nature
الطبعة العربية
الدوريــة الشهــريـة العـالميــة للعـــلــوم

رسم تخطيطي
سلكي ثلاثي
الأبعاد لدماغ
الفـأر
صفحة 69

الوصلات الحيوية

الأدوية
شكوك حول العلاج بخلايا القلب الجذعية
أسئلة حول المراحل المبكرة من تجارب علاج أمراض القلب
صفحة 26

الطاقة
الطاقـة الزرقـاء
ازدياد السعي إلى حَصْد الطاقة من المحيطات
صفحة 33

الكيمياء الكهربية
التحفيز على حَوَافّ الحُبَيْبات
مواد من النحاس تمثِّل تقدُّمًا كبيرًا نحو تخزين الطاقة المتجدِّدة
صفحة 63

ARABICEDITION.NATURE.COM
يونيو 2014 / السنة الثانية / العدد 21
ISSN 977-2314-55003

nature

يونيو 2014 / السنــة الثانيـة / العـدد 21

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجـدي سعيـد
نائبا رئيس التحرير: د. خالد محـروس، كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محـرر علمي: نهى هندي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسميـن أميـن
المدير الفني: محـمـد عاشـور
مصمـم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمـد السـويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
التدقيق العلمي: د. مازن النجار
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، حاتم النجدي، داليا أحمد عواد، رضوان عبد العال، رنا زيتون، سائر بصمة جي، سعيد يس، صديق عمر، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، محمد صبري يوسف، ناصر ريحان، نسيبة داود، هشام سليمان، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب، يوسف محمد.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيوليان
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُنشر مجلة "نيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتْشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2014. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

حُمَّى البحث عن مصادر الطاقة والوقود

مع تصاعد الحديث عن قرب نفاد المصادر الأحفورية التقليدية للوقود، تتنافس بلدان العالم الأكثر استهلاكًا لتلك المصادر في البحث عن مصادر بديلة لطاقة متجددة ووقود أقل إضرارًا بالبيئة، بينما لا تزال بعض البلدان النامية تعاني من شح في الطاقة والوقود بشكل عام، رغم امتلاكها للكثير من مصادره الطبيعية الرخيصة والمستدامة، لكنها ربما تفتقد التكنولوجيا والدعم. في هذا العدد الواحد والعشرين من *Nature* الطبعة العربية نقدِّم العديد من الموضوعات التي تعكس تلك الحمى في البحث عن مصادر بديلة للطاقة والوقود:

ففي قسم «أخبار في دائرة الضوء» نقدم تحقيقين، يتناول الأول الجهود الحثيثة لاستخراج الطاقة من المحيطات، وقد كتبه جيف توليفسون تحت عنوان «الطاقة الزرقاء»، ويتناول فيه نوعين من مصادر تلك الطاقة، الأول هو حركة الأمواج، والثاني هو حركة المَدّ والجَزْر، إذ «يرنو خبراء الطاقة إلى اليوم الذي سيوفر فيه البحر كمية كبيرة من الطاقة الخالية من الكربون، التي يمكن الاعتماد عليها في الجُزُر والمدن الساحلية المزدهرة في مختلف أنحاء العالم». و«لقد ثبت أن الأمر أصعب مما كان متوقعًا في البداية، ولكن ثبت أيضًا أنه ممكن»، حسب قول نيل كيرمود، عضو مجلس الإدارة المنتدب لمركز الطاقة البحرية الأوروبية، وهو مِرْفَق الاختبار الرائد في مجال أجهزة استخلاص الطاقة من الأمواج وحركة المد والجَزْر في جُزُر أوركني بالمملكة المتحدة. «لقد أوضحنا أنه يمكنك توليد الكهرباء من مياه البحر المتحركة. وتلك خطوة كبيرة إلى الأمام».

أما كيم كريجر، فقد كتب تحقيقًا بعنوان «اشتعال صناعة الوقود الحيوي»، يتناول الجيل الثاني من محطات الوقود الحيوي، الذي تمثِّل محطة «جرين سكاي» في لندن نموذجًا له، حيث إنها «تتغذى على كل شيء تقريبًا.. من أعواد الذرة ورقائق الخشب والفضلات الزراعية، إلى قمامة المدن». يقول أنصار هذه المحطات إنّ تقنيات التحفيز المبتكرة وتصميمات هذه المحطات بأحجام صغيرة ستجعل الجيل الثاني من محطات الوقود الحيوي ليس صديقًا للبيئة فحسب، بل ومربحًا بما يكفي للتنافس مع الوقود النفطي، دون الحصول على أيّ دعم، لكن «ما زالت هناك مخاوف تجاه مدى واقعية هذا الطموح، لكن بعض الجهات مَنحت هذه المحطات فرصة المحاولة، حيث بدأت تنتشر المحطات التجارية من فنلندا إلى الميسيسيبّي، وألاسكا».

أما ريد ديتشون، ورِيشِنده فان ليوين فقد كَتَبَا في قسم التعليقات مقالًا بعنوان «اجلبوا الطاقة المستدامة إلى العالَم النامي»، يشيران في بدايته إلى حقيقة أن «ما يزيد على ثلث سكان العالم يبدأون حياتهم، دون أن تكون لديهم كهرباء، أو وقود نظيف للطبخ والتدفئة والإنارة». ومن أجل ذلك.. فإنه «في عام 2011، أطلق بان كي مون مبادرة الأمم المتحدة للطاقة المستدامة للجميع؛ تحدِّد ثلاثة أهداف ينبغي تنفيذها بحلول عام 2030، وهي: الحصول على خدمات الطاقة الحديثة للجميع؛ ومضاعفة المعدَّل العالمي للتحسين من كفاءة الطاقة؛ ومضاعفة حصة المَصَادر المتجددة من مجموع موارد الطاقة في العالم». ورغم ذلك.. «فإن السعي نحو توفير طاقة نظيفة للجميع فشل في أن يحظى بالأهمية نفسها لمعالجة التغيُّر المناخي والفقر العالمي، إذ لم تصبح الطاقة المتجددة ذات تنافسية اقتصادية مع الوقود التقليدي، إلا في الخمسة أعوام الماضية فقط، بالإضافة إلى أن وصول هذا النوع من الطاقة إلى سكان المناطق الريفية يطرح تحديات لُوجستِيّة. وإذا ما استمرت السياسات الحالية دون تغيير؛ فلن يتم الإيفاء بأهداف الأمم المتحدة».

أما كريس نيلدر، فيستعرض تاريخ التكسير الهيدروليكي في قسم «كتب وفنون» من خلال كتاب «الطفرة»، الذي يقدِّم فيه مراسل صحيفة «وول ستريت جورنال» لشؤون الطاقة، راسل جولد، عملًا صحفيًّا بارزًا، يستكشف فيه المشهد المعقَّد للحفر والتمويل، والسياسة التي أحدثت وفرة في البترول والغاز لبلدٍ كان يُظَنّ أن فرصة إنتاجه من المواد الهيدروكربونية قد انتهت. لا يقدِّم جولد إجابات مناسبة للتحديات التي تفرضها تلك الوفرة الجديدة، لكنه يذكِّرنا بقوة بـ«التكاليف المفاجئة والشرور التي لا مفر منها». ولا يتوقف ما له علاقة بالقضية على تلك الموضوعات، إذ تشمل ملخصات الكتب الواردة بالقِسْم نفسه عرضًا موجزًا لكتاب «عولمة تكنولوجيا الطاقة النظيفة: دروس من الصين» لـ«كيلي سيمس جالاجر»، الذي نشرته مطبعة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في هذا العام 2014.

رئيس التحرير
مجدى سعيد



حيث
تنمو
المعرفة

المحتويات

يونيو 2014 / السنة الثانية / العدد 21

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

يونيو 2014 / السنة الثانية / العدد 21

أبحاث

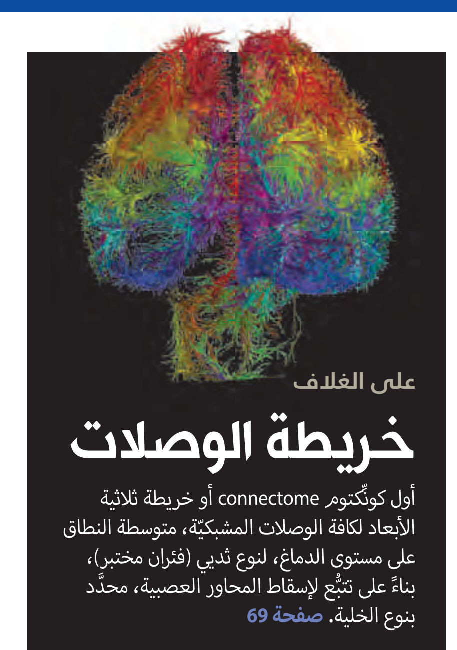
أنباء وآراء



علم البيئة

الجفاف في حوض الكونغو

كَشَفَ تحليلٌ بالاستشعار عن بُعْد للغابات الاستوائية في حوض الكونغو التي تواجه جفافًا مُزمِنًا، عن وجود أنماط متناسقة من تراجع اخضرار الغطاء النباتي، وزيادة درجات الحرارة، وتقلُّص قدرة تخزين المياه. صفحة 65



على الغلاف

خريطة الوصلات

أول كونِّكتوم connectome أو خريطة ثلاثية الأبعاد لكافة الوصلات المشبكيّة، متوسط النطاق على مستوى الدماغ، لنوع ثديي (فئران مختبر)، بناءً على تتبُّع لإسقاط المحاور العصبية، محدَّد بنوع الخلية. صفحة 69

ملخصات الأبحاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر

افتتاحيات

رؤية عالمية الإعلاميون العلميون هم القادرون على التمحيص النقدي لاندماج العلم في المجتمع **ص. 11**

الميكانيكا الحيوية الذباب الطائر ينفِّذ انعطافات مائلة إلى الجنب ببضع ضربات بأجنحته **ص. 13**

بيولوجيا العُضَيّات ظهور عوالق بالمحيط الهادئ، كان يُعتقَد انقراضها منذ أكثر من مليون سنة **ص. 14**

إِرْثٌ سـامٌّ

إنّ إلقاء المخلفات السامة ـ الذي يحدث مخالفةً للقانون في إقليم كامبانيا الإيطالي ـ يُواجَه باستنكار شديد من الكثيرين، باعتبار هذه المخلَّفات مسبِّبَةً لمعدلات مرتفعة من التدهور الصحي بالمنطقة. ولذا.. يتعين التحقُّق من الصلات المشتبَه فيها باستخدام أحدث الطرق.

من المثير للانتباه أنْ ترى الأخطار الصحية حولك في كل مكان، خاصةً إذا كان المرء منا يصدِّق كل ما تنشره الصحف الصفراء. وبدايةً من الهواء الذي نستنشقه، وحتى الطعام الذي نتناوله؛ والمتعة التي نحظى بها، لم تحظَ الأخطار العادية اليومية بانتباه البشر مثلما هو الحال اليوم.

أمّا الذين يعيشون في مناطق ذات مناظر طبيعية زراعية خلابة، كإقليم كامبانيا في إيطاليا حول مدينة نابولي التاريخية، فلديهم سبب حقيقي يدفعهم إلى القلق بشأن حالتهم الصحية. لقد عاش أهل هذا الإقليم ـ لعقود طويلة ـ أعلى قمة نفايات سامة قاتلة، ألقتها عصابات المافيا سرًّا، وبالمخالفة للقانون. ولذلك.. فمعدلات الإصابة هناك ببعض أنواع السرطان أعلى من غيرها، وأعمار سكان تلك المنطقة أقل من سواها في بقية بقاع إيطاليا، إلا أن شكاوى الأهالي قُوبلت دومًا بتكميم الأفواه.

مع ذلك.. فشرطة البيئة الإيطالية ـ التي تعمل عن كثب بالتعاون مع قوات مكافحة المافيا ـ استعانت بتقنيات ذكية للكشف عن النفايات الموجودة تحت الأرض، وتبادِر حاليًا بإخلاء المنطقة منها. ويعكف المسؤولون البيئيون على تحليل التربة والمياه. وتبدو جدران الحفرة الضخمة كالطبقات الجيولوجية، فكل طبقة منها تشكلت بفعل نوع بعينه من النفايات: الأسبستوس المستخرَج من المباني التي يتم تفجيرها، والرواسب الكيميائية الغنية بمادة الديوكسين المسرطنة، وكميات مهولة من المواد المذيبة، والسيارات العجيبة. وتشكِّل المياه السوداء مستنقعات في القاع. وليس مسموحًا لأحد أن يلقي نظرة حتى على الحفر المنتنة الملتهبة، دون ارتداء قناع للتنفس.

وقد دعت مظاهرات كثيرة بنابولي في الخريف الماضي المسؤولين إلى اتخاذ إجراءات عاجلة. ووافقت الحكومة المحلية في مطلع العام الحالي على تمويل برنامج يمتد لعامين، يتم بموجبه فحص مئات الآلاف من الأشخاص الذين يعيشون على مقربة من مكبّات النفايات؛ بحثًا عن أية إصابات سرطانية ترتبط بتعرضهم للبيئة المحيطة بهم. وحلَّل بالفعل وزير الصحة جميع الدراسات الصحية والبيئية التي أجريت حتى الآن، وانتهى إلى عدم وجود دليل حتى الآن يربط ما بين مكبّات النفايات ومرض السرطان، ولكن السكان المحليين مقتنعون بأن الصرف السطحي المضرّ بالصحة ـ النابع من النفايات ـ يودي بحياتهم وحياة عائلاتهم تدريجيًّا، حيث تتسلل كيماوياتها السامة إلى أجسامهم، وتُحِيل خلاياهم إلى أورام. وهم ينشدون استجابات لاستغاثاتهم، ويودّون أن يمدّهم العلماء بحلول لتلك المشكلات المفزعة.

صندوق السموم الأسود

وقعت أيدي الشرطة البيئية حتى الآن على 32 موقعًا تحوي ما يقدر بـ 3.5 مليون متر مكعب من النفايات السامة، لكنْ دون معلومات دقيقة عن التعرض الفعلي، بما في ذلك مستويات الجرعات. ومن المستحيل تحديد ما إذا كانت المواد الكيميائية المُلقاة قد زادت من خطر الإصابة بمرض السرطان في منطقة فقيرة يدخن فيها السكان أكثر من غيرهم، أم لا، ويعيشون أسلوب حياة أكثر إضرارًا بالصحة من غيرهم في شتى بقاع إيطاليا.

ثمة مشكلات شبيهة تنشأ كلما ظهرت حالات مبالَغ فيها من الإصابة بالسرطان حول محطات الطاقة النووية، أو المواقع الصناعية. ولإثبات صلة عارضة بتلك المشكلات هناك تحديات عديدة، أحدها أن عدد حالات الإصابة بالسرطان أقل دومًا من أنْ يساعد على وضع إحصاءات حاسمة. وهناك مشكلة أن السرطان بأنواعه عادةً ما يظهر بعد سنوات من التعرض المفترَض للمادة المسرطنة. ومثل حالات التعرض التاريخية هذه، يكاد يكون مستحيلًا إثباتها علميًّا، إلا أنه عادةً ما يسهل التعرف على طبيعة المواد الكيميائية التي يُخشَى مِن أثرها.

في كامبانيا، نجد أن التحدي أكبر، لأن الأساسيات نفسها مجهولة، فالأمر لا يقتصر على الموقع والمحتوى الكيميائي للمكبّات فحسب، بل يمتد أيضًا إلى عدد حالات الإصابة بالسرطان محليًّا. وعلى مدار العام المنصرم تقريبًا، بدأت هذه المعلومات تتكشف. ويتساءل علماء الأحياء هناك عمّا إذا كان بإمكانهم الربط بين تجربتهم البغيضة كاملةً، والجهود البحثية العالمية الساعيَة إلى تطوير سبل لإثبات التعرض الكيميائي علميًّا. هل من الممكن أن تكون حقولهم المسمومة ساحةً للاختبارات الضخمة الجارية في مجال «التعرُّض» (Exposomics) الجديد الهادف إلى تحديد الواسمات الحيوية للتعرض السابق والحالي للمواد الكيميائية البيئية السامة؟

يقول جِنّارو تشيليبرتو، المدير العلمي لمعهد باسكال القومي للأورام بنابولي: «يمكن أن يكون إقليم كامبانيا حقلًا مثاليًّا لدراسة برنامج أبحاث المراقبة الحيوية».

هناك شواهد سابقة.. أحدها عُثر عليه في سالونيك شمالي اليونان، حيث شرع بعضٌ ممن طالهم الفقر في إضرام النار في المزيد من الكتل الحيوية للتدفئة المنزلية، مما أدى إلى تكوُّن الضباب. ثمة مشروع بحثي بتمويل من الاتحاد الأوروبي يمزج ما بين تحليلات تقليدية للمواد الملوثة للجو، وتحليلات للبول والدم لشريحة من الناس؛ وذلك بغية الوقوف على كيفية تغير تعبيراتهم الجينية، وبروتيناتهم، وملامح مُسْتَقْلَباتهم (Metabolites)، نتيجة المواد الملوثة التي تدخل أجسامهم.

إنّ إيطاليا، التي تعيش حالة من التقشف، لديها القليل من المال المخصَّص للأبحاث. ولذا.. تَقَدَّم تشيليبرتو باقتراح، مفاده: «هذا هو نوع البرامج الذي ينبغي أن يتم تمويله من الصناديق الهيكلية التي منحتها المفوضية الأوروبية للمنطقة».

> **«يمكن أن يكون إقليم كامبانيا حقلًا مثاليًّا لدراسة برنامج أبحاث المراقبة الحيوية».**

من الممكن أن يكون على حق.. فهذه الإعانات المالية بلغت 6.9 مليار يورو (أي ما يوازي 9.6 مليار دولار) لإقليم كامبانيا وحده في الفترة ما بين عامي 2007 و2013، وتشجع المفوضية صراحةً على استخدام الأموال؛ للنهوض بالبحث المحلي، وتطوير القدرات التنموية. ويجري حاليًا بحث تخصيص المخصصات التالية من الصناديق الهيكلية في إيطاليا (2014-2020). ولا ريب أن فكرة تشيليبرتو تستحق النظر والتفكير.

أطلق اليونانيون القدامى على هذه المنطقة اسم «الريف السعيد»، نظرًا إلى خصوبة تربتها (التي اكتسبتها بفعل الغطاء المتكرر للرماد البركاني الناجم عن الثورات القاتلة لبركان فيزوف)، لكن الإيطاليين الحاليين يطلقون عليها اسم «الريف التعيس»، إذ يتعثر اقتصادها القائم على الزراعة، بسبب النظرة المتفشية لها بأنّ منتجاتها يمكن أن تكون ملوثة.

لقد سلطت الإجراءات المكافِحة للمافيا الضوءَ على أنشطة التخلص من النفايات، وجعلتها مفضوحة جدًّا، لدرجة حالت دون الاستمرار فيها بعد عام 2003، لكنّ هيمنة المافيا استمرت في عرقلة الحوار العام حول التلوث البيئي. وتَرَدَّد السكان المحليون والمسؤولون، وحتى الكثير من الأكاديميين، في مناقشة الأمر. لقد خاف البعض من الانتقام، لكنّ الغالبية العظمى كانت تخشى أنْ يُعْلَم أنهم أو أصدقاءهم ساعدوا في لوجستيات العمليات الجارية، أو قبلوا رشاوى من المافيا؛ ليغمضوا أعينهم عما يحدث. وقد أضرم الناسُ النارَ في المكبّات؛ مما زاد الأمور سوءًا.

انطفأت النيران الآن، لكنّ التساؤلات الصحيّة لا تزال مُعَلَّقة، وينبغي التحقق منها على نحو سليم. وحتى لو جاءت النتائج غير حاسمة، فإن المعلومات المستخلَصة من تلك التحقيقات تستحق العناء. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإيجـــابيّات الكـــاذبة

الارتباط بين معدل الخطأ والنجاح يُقوِّض أركان الأمل في العلاج بالخلايا الجذعية.

عندما يتطرق بنا الحديث إلى مسألة العلاج بالخلايا الجذعية، تزداد احتمالات الخطر، ولكنها لا تُضارع في ازديادها مدى الآمال العريضة التي يعقدها المرضى ـ الذين أعياهم الألم ـ على تلك العلاجات. وعلى مدار السنوات القليلة الماضية قامت عشرات التجارب الإكلينيكية المحدودة في مراحلها المبكرة باختبار قيمة الخلايا الجذعية البالغة في علاج أمراض القلب التي تُضعِف الإنسان، أو تُعرِّض حياته للخطر. وكانت النتائج مُختلطة، ولكن معظم التقارير الأكاديمية المُحكَّمة أشارت إلى أنه ما زال بالإمكان تقديم المساعدة للمرضى. من الواضح أن هذا قد شجَّع الأطباء الإكلينيكيين على الانتقال بطرق العلاج المحتمَلة إلى تجارب المرحلة الثالثة الأكبر حجمًا والأكثر تكلفةً؛ لإثبات ما إذا كان يمكن لتلك العلاجات تحقيق ذلك الوعد المُنتظَر، أم لا، لكن الواقع وضع حدًّا لتلك الوعود المُبَشِّرة بذلك الخبر الصادم الذي كشفت عنه دوريّة «بريتيش ميديكال جورنال» *British Medical Journal* في مطلع مايو الماضي، إذ قام فريق بحثي ـ مقره لندن ـ بدراسة التقارير التي تتناول جميع التجارب والمحاولات العشوائية التي استطاع أفراد الفريق العثور عليها، والتي استُخدمت فيها طرق العلاج بالخلايا الجذعية المأخوذة من نخاع العظم لعلاج أمراض القلب.

بَحَثَ المؤلفون عن أوجه تباين مِن شأنها ـ إنْ وُجدت ـ أن تقوِّض من أركان تلك النتائج – كأخطاء ناتجة عن أرقام غير متوافقة، أو أفراد تم تسجيلهم مرة كذكور، ومرة كإناث، أو مرة كأحياء، وأخرى كأموات – وقد وجدوا الكثير. في الحقيقة، وجد الباحثون علاقة خطِّيَّة بين عدد الاختلافات وحجم التأثير المزعوم. فالتجارب القليلة التي وجدوا أنها بلا أخطاء أو عيوب أظهرت حجم تأثير بدرجة صفر. وفي قول آخر.. أعلن العلماء انكشاف المستور بشأن العلاج بالخلايا الجذعية.

ربما لا يؤدي تعدُّد أوجه التباين بالضرورة إلى بطلان النتائج الخاصة بتجربة فردية، حيث يوضِّح المؤلفون أن البيانات الإكلينيكية لا تكون متاحة في غالبية الأحيان؛ مما يجعلهم غير قادرين على التأكد مما إذا كانت تلك الاختلافات بمثابة أخطاء حقيقية، أم أنها فقط ناتجة عن عدم الإتقان في إعداد التقارير.

على الأقل.. فالتقرير المنشور في دوريّة «بريتيش ميديكال جورنال» لا بد أن يُثير سؤالًا بشأن ما إذا كانت المعلومات مؤكَّدة في الحقيقة بما يكفي لدعم الخطوة الكبرى بالانتقال إلى تجارب المرحلة الثالثة، أم لا، وتحديدًا إذا وضعنا في الاعتبار أنه في حالة الخلايا الجذعية البالغة كانت نتائج الدراسات التي أُجريت على الحيوانات مُبهَمَة وغير واضحة. في البداية، رأى الباحثون أن تلك الخلايا أصبحت مُخصَّصة للعضو المُستهدف، وحَلَّتْ محل الأنسجة التالفة، لكن هذه الفكرة قوبلت بالرفض منذ ذلك الحين. ويعتقد الكثير من الأطباء الإكلينيكيين حاليًا أن الخلايا ـ بدلًا من ذلك ـ تعمل على علاج النسيج المحيط، وتُطلِق الجزيئات التي تسبِّب الالتهاب ونمو الأوعية الدموية الدقيقة الحاملة للأكسجين، وهي عمليات لها دور مهم في الإصلاح.

تطرح النتائج التي توصلت إليها الدراسة المنشورة في دوريّة «بريتيش ميديكال جورنال» سؤالًا آخر مثيرًا للقلق: لماذا عجزت الدوريّات المتخصصة في الدراسات الإكلينيكية عن ملاحظة أوجه التباين، مع التسليم بأن كثيرًا من تلك الأخطاء يبدو واضحًا وظاهرًا بشكل صارخ، حتى لو تم إدراك ذلك متأخرًا؟ إذا علمنا أن أحد الجداول يصف عددًا معينًا من الأحداث الإكلينيكية على سبيل المثال، ولكننا وجدنا الأعمدة و(الخانات) الخاصة بذلك الجدول تشير إلى عدد من الأحداث يزيد عنها، فهل يكون من الصعب فعلًا ملاحظة ذلك؟ هذا بدوره يطرح مزيدًا من التساؤلات عن تلك العملية.. فمَنْ مِن المُفترَض أن يتولى مسؤولية تَقَصِّي الحقائق لورقةٍ بحثيةٍ، بهدف التأكد من تناسقها الداخلي؟ هل يقوم الخبراء الإكلينيكيُّون ـ المعروف عنهم الانشغال الشديد بأعمالهم ـ بدور المُحكِّمين؟ أم يقوم بذلك المحرِّرون الذين لدى كثير منهم جدول مشحون بالمسؤوليّات الإكلينيكية؟ عدد قليل من الدوريّات الناشِرة لتلك الأوراق البحثية ـ التي تمت مراجعتها ـ لديها محرِّرون محترفون، أو أعداد كبيرة من موظفي التحرير الداخليين. كذلك هناك ضغوط شديدة من أجل سرعة المراجعة والنشر. ولهذا.. لا يتوازن جانِبَا المعادلة، كما تشير المشكلات المحددة في الدراسة إلى وَضْعٍ متأزِّم.

لمواجهة ذلك الأمر.. يجبُ على ناشري المجلات المتخصصة في الشؤون الإكلينيكية بَذْل مجهود أكبر؛ لضمان أن يتولى شخصٌ ما مسؤولية التثبُّت من الحقائق في الأبحاث. ويمكن أن يتضمن ذلك مطالبة المؤلفين بأن يتأكدوا من أنهم قد تحقَّقوا من الأرقام والجداول والنصوص والمستخلصات؛ لضمان التناسق الداخلي. ويمكن أيضًا للناشرين مطالبة المؤلفين بإتاحة المعلومات والبيانات غير المُعرَّفة التي تخص كل مريض، بوصفها بيانات تعريف خاصة بالدراسة، وذلك حتى يتمكن القُرَّاء من تتَبُّع مصدر أي تباين قد يتسلل إلى الدراسة، أو ربما كان بإمكان الناشرين أن يتحسَّسوا جيوبهم، ويقوموا بتدبير موارد داخلية؛ لضمان القيام بوظيفة المراجعة الضرورية، ولكنّ الأمر غير المقبول هو أن يستمر الوضع على ما هو عليه، بحيث لا يتم تحديد المسؤوليات، ويؤدي النشر غير الدقيق إلى تشويه الرسائل الإكلينيكية، وتحريفها.

> **«التجارب القليلة التي وجدوا أنها بلا أخطاء أو عيوب أظهرتْ حجمَ تأثير بدرجة صفر».**

تبدو المشكلة أعمق من دراسات القلب والخلايا الجذعية التي تمت مراجعتها في هذه الحالة. فعلى مدار سنوات.. بيّنت التحليلات التي أُجريَت نوعًا من الانحياز تجاه نشر التجارب الإكلينيكية التي تبيِّن نتائج إيجابية. (وقد لُوحظ وجود اتجاه مشابه يخص النتائج العلمية كذلك).

يبدو مصطلح الطب المُتعدِّي من المصطلحات الرنَّانة في القرن الواحد والعشرين. ومن المُدهِش أن الفكرة استغرقت وقتًا طويلًا جدًّا لتنتشر. فماذا إذًا تكون فائدة الطب الذي يظل مُلازِمًا للمعامل والمختبرات؟ لكن، وكما يتضح من قضية الخلايا الجذعية البالغة بما تثيره من فضول، فإن الضوابط والمواءمات السليمة ليست مجرد كوابح لإيقاف التطوُّر، وإنما هي أساس ضروري له. إنّ الحمقى هُم مَنْ يندفعون بِتَهَوُّر، وكذلك هؤلاء الذين لم يؤدوا واجباتهم كما ينبغي. ■

السرطان على مفترق طرق

الجهود القائمة لمحاولة فهم ماهية الجينوم السرطاني تحتاج إلى نقلة نوعية.

منذ اكتشافهم أولى الجينات المسبِّبة للسرطان في سبعينات القرن الماضي، أبدى الباحثون حرصًا شديدًا على تصنيف أهم مواضع التطفُّر الجينية المسبِّبة للسرطان. وكل تطفُّر في تلك الجينات كفيل بتوسيع دائرة فهمنا لمسبِّبات المرض، وكيفيّة علاجه.

أحدث الخطوات لبلوغ هذا الهدف كانت بتَوَجُّه نحو 18،400 شخصٍ في إبريل الماضي إلى مدينة سان دييجو بولاية كاليفورنيا، لحضور الاجتماع السنوي للجمعية الأمريكية لأبحاث الأورام. وهناك، استطاع الباحثون إثبات كيف تُستَخدَم أنماط من الجينات الطافرة في تعقُّب العامل الكامن وراء حدوث طفرتها.. فشعاع الشمس، مثلًا، يترك بصمة مغايرة عن تلك التي يتركها التهاب فيروسي مسبِّب للسرطان. وقد قام فريقٌ آخرٌ من الباحثين بتصنيف أبرز الطفرات الجينيّة لدى المرضى الذين يعانون من سرطان الخلايا الصبغية (ميلانوما) في مراحل متقدمة، آملين باستغلال المعلومات المُكتشفة في تكييف الخلايا المناعيّة؛ لتدمِّر الأورام. وتم كشف النقاب عن نتائج أوليّة مبشِّرة إزاء النجاح في استهداف نوع من البروتين يُسمَّى «آي دي إتش 2» (IDH2)، وهو إحدى الطفرات التي تظهر في الكثير من أنواع الأورام (see *Nature* **508**, 158–159; 2014).

بُذلت جهود جبّارة لتحقيق هذا الإنجاز، إذ قامت 17 دولة باستثمار موارد مالية؛ في سعيها لتحديد التسلسل الجيني للجينوم السرطاني، وذلك تحت مظلة ما يُعرف بالاتّحاد الدولي لجينوم السرطان (ICJC)، الذي يسعى بدوره إلى سَلْسَلة أكثر من 25000 نموذج من تلك الجينومات. ويبقى أكبر وأقدم عنصر في المشروع هو أطلس جينوم السرطان (TCGA) الموجود في أروقة المعهد الوطني للسرطان في الولايات المتحدة الأمريكية (NCI) ـ ومقره مدينة بيثيسدا، ميريلاند ـ الذي يعتزم توصيف حوالي عشرة آلاف نموذج من الأورام. رغم أنّه أثار بعض الجدل في بادئ الأمر، حيث كان ثمّة قلق ينتاب الباحثين حيال إمكانية تحويل الموارد المالية المرصودة للمشروع بعيدًا عن المنح، واقتصارها على باحثين منفردين. أظهرت النتائج المبكرة أنّ الطفرات السرطانية كانت أكثر وفرةً وتنوّعًا مما كان مُتوقّعًا، الأمر الذي أثار نوعًا من الشماتة بين بعض أفراد حلقات البحث، (see *Nature* **455**, 148; 2008)، لكن سرعان ما خفتت الأصوات المنتقِدة، حالما بدأ المشروع حَصْد ثمار جهوده.

وقد بدأ أطلس جينوم السرطان في استنفاد بعض طاقاته، إذ توقّف المشروع عن جمع عيّنات الأنسجة الجديدة منذ ديسمبر الماضي. وتوقَّف المعهد الدولي لجينوم السرطان أيضًا عمليًّا عن قبول مقترحات لمشروعات جديدة. يُذكَر أن أطلس جينوم السرطان يسعى إلى إتمام المزيد من عمليات التسلسل الجينيّ وتوصيف العيّنات السرطانية لديه قبل

نهاية هذا العام. وإثر ذلك.. ستحوز بعض المجموعات التمويل اللازم لتحليل البيانات على مدى العامين المُقبلين، لكن البرنامج بنسخته الحالية سيتوقف.

بعض الباحثين أيّدوا ضرورة استكمال المشروع في مجال أمراض السرطان، واعتبروا أنّ أي تعليق لأنشطة البرنامج الآن سيكون سابقًا لأوانه، حيث يتوجب علينا ـ وفقًا لرأيهم ـ إنشاء تصنيف شامل للطفرات المحفِّزة للمرض. وقد توصّلت دراسة ـ نُشرت سابقًا هذا العام ـ إلى أنّ وضع لائحة بالطفرات الجينية الموجودة في 2% على الأقل من أمراض السرطان يتطلب أولًا دراسة التسلسل الجيني لحوالى ألفَيْ ورم في كل نوع مما لا يقل عن خمسين نوعًا مختلفًا من هذه الأورام. (M. S. Lawrence *et al*. *Nature* **505**, 495–501; 2014)، لكننا ما زلنا بعيدين كل البعد عن بلوغ تلك الأهداف بشأن معظم أنواع السرطان.

مما يدعو للتفاؤل أنّ انتهاء المشروعات القديمة سيدفع حتمًا إلى نقلة مُنتظَرة في هذا المجال. وحين تم إنشاء أطلس جينوم السرطان والاتحاد الدولي لجينوم السرطان، فرضت التكنولوجيا اقتصار إمكانية إجراء التسلسل الجيني على عيّنات الأورام الطازجة. كان هذا مما حدّ من قدرة الباحثين على الربط بين التسلسلات الجينية والنتائج الإكلينيكية، إذ إن تلك المعلومات قد لا تتوفر قبل مرور سنوات على أخذ العيّنات. هذا.. ولم يكن خبراء وأطباء الأورام يأخذون أكثر من خزعة واحدة من كل مريض آنذاك، مما قلّل من فرصة دراسة كيفية تغيُّر طبيعة الأورام خلال العلاج وبعده، وتمييز الانتقالات الورمية ـ أو ما يُعرف بالنقيلة ـ عن الأورام الأوَّليّة.

أما الآن، فقد عبرنا تلك الحواجز، حيث أتاحت التقنيات المتطورة للباحثين دراسة التسلسل الجيني للحمض النووي المُستخرَج من أنسجة محفوظة في مادة الفورمالدهيد ومكسوّة بالبرافين؛ مما فتح المجال واسعًا أمام إمكانية استخدام العيّنات المحفوظة مع البيانات الإكلينيكية المرتبطة بها. ورغم أنّها ما زالت أنشطة غير شائعة، إلا أن سجلاّت إكلينيكية عدة أظهرت أنّ مرضى كثيرين أبدوا رغبة كبيرة في تقديم خزعات إضافية.

وكبديل عن عمل أطلس جينوم السرطان، يعتزم المعهد الوطني للسرطان في الولايات المتحدة أخذ المبادرة لسَلْسَلة الأورام جينيًّا لدى المرضى المُدْرَجَة أسماؤهم في بعض تجاربهم الإكلينيكية. وبالطبع، ستحذو حذوه فرق بحثية أخرى؛ لتتيح الفرصة للباحثين من أجل تعلُّم المزيد عن أهمية تطفُّر ما، وذلك من خلال ربطه بدرجة التجاوب مع العلاج، أو فترة الشفاء الإجمالية.

هذه التغيّرات تستلزم طرق تفكير جديدة، إذ يحتاج الباحثون الطِّبِّيُّون إلى إجراء تعديلات على نماذج الموافقة الخاصة بالتبرّع بعيّنات الأنسجة، وذلك بغية تسهيل عملية الربط بين البيانات الإكلينيكية، وتلك العيّنات. ويتوجب عليهم كذلك جمع العيّنات عن طريق أنظمة تتناسب مع.. ليس فقط علم الأوبئة، بل ومفهوم التسلسل الجيني. ويجب أيضًا أن يتم تعزيز سلامة المرضى التي ما زالت تكتسب الأهمية الكبرى في هذا المجال.

إن استكمال هذا المشروع يستحق العناء لبلوغ غاياته.. فانتهاء عمل أطلس جينوم السرطان يشكل فرصةً لتحقيق توازن أكبر في إجراء المشروعات البحثية عن جينوم السرطان، خاصةً أنّ هذه الفرص ستصبح أكثر تكافؤًا بين تصنيف الطفرات السرطانية، ودراسة أهميتها الوظيفية. ففي حين لم ترقَ الدراسات الوظيفية إلى المستوى المطلوب، كان المفهوم البسيط للتسلسل الجينيّ أقرب إلى عقول صانعي السياسات، وأفكار عامة الناس؛ مما جعله في المقدمة. وتصحيح هذا الخلل سيؤدّي إلى اكتشافات مثيرة تنفع العلم والمرضى معًا. ■

دهشة استرجاع الماضي

يبشِّر إطلاق أول قمر اصطناعي من مشروع «سَنتينِل» بميلاد عصر تكون فيه البيانات التفصيلية عن كل شيء، بدءًا من الزلازل، حتى التوسع العمراني، متاحةً مجانًا لكل المهتمين بمستقبل الأرض.

يُعَدّ برنامج كوبرنيكوس لملاحظة الأرض ـ الذي أطلق أول قمر اصطناعي من مشروع سَنتينِل في إبريل الماضي ـ مثالًا نادرًا للرؤية المتماسكة والطموحة لأوروبا بأكملها، وهي رؤية مدعومة بالتمويلات المطلوبة لتحقيقها. ويوضح هذا البرنامج أن أوروبا يمكنها تحقيق إنجازات رائعة عند توفُّر الإرادة لدى سياسيِّيها ومؤسساتها.

برنامج كوبرنيكوس هو شيء استثنائي ومتميِّز، وهو مبادرة مشتركة بين الاتحاد الأوروبي ووكالة الفضاء الأوروبية (ESA)، وتشترك فيه الهيئة الأوروبية لتشغيل أقمار الأرصاد الجوية (EUMETSAT). وبنهاية العقد الحالي، يهدف البرنامج إلى جمع بيانات من الأقمار الاصطناعية والمستشعرات العاملة في الأرض والهواء والبحار؛ لتوفير مجموعات صور ومعلومات مذهلة. وسوف يستفيد من هذا البرنامج صناع السياسات، وخبراء المياه، وجِهَات التعامل مع الكوارث، والمزارعون، والصيّادون، والرأي العام المهتم بالأمر، حيث ستجعل الأقمار الاصطناعية رصدَ الأرض خدمة عامة منتظمة، كتوقعات الطقس والملاحة عبر الأقمار الاصطناعية، كما ستوفر الدعم للعلوم.

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

إنّ الحاجة إلى البعثات المتخصصة ستظل قائمة دائمًا لإيجاد إجابات محددة، لكن الرصد المنتظم هو أساس الفهْمِ الأفضل للعمليات الجارية في الأرض، وعليها، وحولها. وستقدم المجموعات الست من الأقمار الاصطناعية التابعة لمشروع سَنتينِل بيانات في زمن حقيقي عن العديد من المكونات الرئيسة في منظومة الأرض. ولأنّ استبدال الأقمار الاصطناعية سيكون إجراءً منتظمًا، يجب أن يقدم البرنامج بيانات مستمرة لعشرات السنوات. وقد اتضحت قيمة هذه البيانات من خلال الأقمار الاصطناعية الأمريكية «لاندسات» Landsat، التي قدَّمت معلومات لا تُقَدَّر بثمن عن تغيرات سطح الأرض على مدار 42 عامًا.

وقد قررت المفوضية الأوروبية في العام الماضي توسيع نطاق برنامج كوبرنيكوس ليتخطى التطبيقات العملية، ويشمل علماء نظريين في شكل مجموعة مستخدمين رسميين، وكان هذا القرار بفضل إدراك المفوضية للقدرات العلمية الهائلة للبرنامج. وتُعَدّ هذه خطوة رصينة، لأن المجتمع العلمي يمكنه المساعدة في تحسين النظم؛ لجعل البيانات أكثر إفادة للأبحاث، وذلك مع توفير الخبرة للإسهام في تطوُّر البرنامج.

كما اتخذت المفوضية الأوروبية قرارًا صائبًا عندما أتاحت جميع بيانات سَنتينِل مجانًا. ويُعَدّ هذا القرار مهمًّا، رغم أنه كان غير متوقع، حيث كانت المفوضية العاملة وفقًا للسوق الحرة مهتمةً مبدئيًّا بتحصيل رسوم عن إتاحة البيانات، ولكن هذه الرسوم كانت ستؤدي إلى تقييد استخدام البيانات على نحو هائل. ولم توافق المفوضية على إتاحة البيانات مجانًا، إلا بعد معركة طويلة مع العلماء ومسؤولي وكالة الفضاء الأوروبية. ومما ساعد في حسم الجدال أن بعض الدراسات أظهرت أن مجانية البيانات تسهم في زيادة التطبيقات التجارية لمسار المعلومات (التي يُحتمَل وصولها إلى هاتف ذكي بالقرب منك)، وسيؤدي ذلك ـ بدوره ـ إلى تقديم مليارات من اليورو في شكل مزايا اقتصادية، وعشرات الآلاف من الوظائف الأوروبية.

«ستجعل الأقمار الاصطناعية رَصْدَ الأرض خدمةً عامة منتظمة، مثل توقعات الطقس».

على غرار برنامج كوبرنيكوس، وضع فِكْر السوق الحرة العوائقَ في طريق برنامج لاندسات الأمريكي، كون صور لاندسات تتكلف كانت آلاف الدولارات، وذلك قبل اتخاذ الولايات المتحدة قرار جَعْلها مجانية في عام 2008؛ لمضاعفة قيمة بيانات القمر الاصطناعي. وتباعًا، تزايدت أعداد صور لاندسات السنوية من 15000 صورة إلى أكثر من 4 مليون صورة بحلول عام 2013.

لم يكن برنامج كوبرنيكوس بمنأى عن المشكلات، إذ أدت الخلافات بشأن الميزانية بين المفوضية الأوروبية والدول الأعضاء إلى تأخير إطلاق سَنتينِل-1 لمدة 3 سنوات، ولكنها ضمنت الآن تمويلًا قدره 4.3 مليار يورو (5.9 مليار دولار أمريكي) حتى عام 2020. ورغم أن ذلك أقل من التمويل المطلوب، وقدره 5.8 مليار يورو، فإن هذا الموقف يأتي على عكس الموقف في الولايات المتحدة، حيث يستمر عدم الاستقرار في الميزانية ـ وغيرها من المشكلات ـ في إعاقة تخطيط بعثات جديدة وإطلاقها.

يُلْقِي برنامج كوبرنيكوس الضوءَ على التقدير السياسي المستمر في أوروبا تجاه الفكرة القائلة إن الرعاية المناسبة لكوكب الأرض تتطلب جَمْع البيانات بصفة منتظمة. ويُعَدّ هذا منطقيًّا أيضًا، كي تعمل البرامج المختلفة بقَدْرٍ أكبر من التعاون. فالتعاون بين برامج الأقمار الاصطناعية ـ بما في ذلك كوبرنيكوس، ولاندسات ـ يمكن أن يحقق العديد من الفوائد، فمثلًا.. التكرار المتزايد للتصوير يتيح رصْد التغيرات التي تحدث على المدى القصير، كتفاوت رطوبة التربة.

حقا، قد تصبح الأقمار الاصطناعية الفردية الكبيرة كلاندسات شيئًا من الماضي. فالتوجُّه اليوم بصدد مجموعات أقمار اصطناعية أصغر، وأرخص، وتدور بشكل أسرع، وتقلِّل تأثير إخفاقات الأقمار الاصطناعية؛ وقد تم التركيز على هذه الفكرة في تقرير تابع لمجلس الأبحاث القومي الأمريكي في العام الماضي عن مستقبل لاندسات.

تُوجد مجموعة جديدة من الشركات الناشئة المتخصصة في رصْد الأرض، تجرِّب حظها في الفضاء. وتعد أدوات أقمارها الاصطناعية بدائية، مقارنةً بالأقمار الاصطناعية العلمية، لكنها جيدة بما يكفي للعديد من التطبيقات العملية، وبعض الأغراض العلمية. وختامًا، يؤدي الرَّصْد الجيد للأرض إلى زيادة الوعي بالحاجة إلى حماية الكوكب بشكل عملي. ولن تكون هناك جدوى من كشف العلماء عن آليات عمليات الكوكب، إذا لم يتم استخدام هذه المعرفة في تحسين إدارة بيئات الأرض. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤيـة كَـوْنـيّـة



EVA BUTTERWORTH

المشكلة الأخلاقية لصيد الفقمة التجاري

يقول **آندي باتروورث** إن صيد الفقمة في كندا يفضي إلى معاناة الحيوانات، وإنه ينبغي مواصلة العمل بالحظر المفروض من الاتحاد الأوروبي على استيراد المنتجات المستخلصة منها.

بينما كنتُ أكتب هذا المقال في منتصف إبريل الماضي، شَقّت مجموعة من القوارب الصغيرة طريقها عبر جليد البحر القطبي الشمالي على مسافة بعيدة من الساحل الشرقي لكندا؛ لصيد حيوان الفقمة. خلال السنوات الماضية شارك ما يربو على 1000 قارب في عملية الصيد هذه. بنهاية موسم الصيد لعام 2014، ربما يبلغ عدد حيوانات الفقمة المَصِيدة 400 ألف حيوان، تاركًا الجليد مخضبًا بحمرة دمائها. إنّ معدّل الصيد سريع جدًّا، وأغلب الأعداد التي يتم صيدها سنويًّا تُقتنَص في الأيام الخمسة الأولى.

يُعتبر صيد الفقمة التجاري الكندي السنوي أكبر عملية صيد لحيوانات بحرية في العالم على الإطلاق. ففي عُمر لا يتخطى بضعة أسابيع، يكون لصغار الفقمة الأفضليّة؛ لجلودها، ولكونها غنية بزيوت أوميجا-3 التي تُستخدم في تصنيع المكملات الغذائية.. وهي المنتجات التي يتم شحنها إلى جميع أنحاء العالم.

كان متوقعًا في شهر مايو أن تعلن منظمة التجارة العالمية في جنيف، سويسرا، عما إذا كان من الجائز التسويق للمنتجات المستخلَصة من صيد الفقمة التجاري في قارة أوروبا، فهي ممنوعة حاليًا. ومثل هذه المنتجات حُظِرت بقرار من الاتحاد الأوروبي منذ عام 2009؛ لحماية «الأخلاقيات العامة». وقد طلبت كندا والنرويج من منظمة التجارة العالمية التراجع عن الحظر ـ وهو الأول من نوعه ـ على أن تعلن في القريب العاجل عن قرارها في هذا الصدد.

تنصَبُّ أبحاثي على هذه القضية، والأوراق البحثية التي نشرتها حول جوانب الرفاهية في صيد الفقمة في دورية «مارين بوليسي» Marine Policy (A. Butterworth and M. Richardson *Mar. Policy* **38**, 457–469; 20132013) استُشهِد بها أكثر من 40 مرة في تقرير لجنة منظمة التجارة العالمية في العام المنصرم، وهو التقرير الذي عزَّز قرار الحظر الأوروبي. لقد كنتُ عضوًا في وفد الاتحاد الأوروبي إلى منظمة التجارة العالمية، وحصلتُ على أحد المقاعد الأولى لمعاينة صراع دولي بين الترويج التجاري ورفاهية الحيوانات والأخلاقيات العامة. ينبغي أن ترفض منظمة التجارة العالمية الالتماس، ويجب أن يظل العمل ساريًا بحظر المنتجات المستخلَصة من الفقمة. وإليكم السبب فيما يلي:

باعتباري مراقبًا رسميًّا، شهدتُ أعمال الصيد عن كثب، برًّا وجوًّا، على متن طائرة مروحية. إنّ التفاصيل مروِّعة، ولذلك وافقت منظمة التجارة العالمية على تصرُّف الاتحاد الأوروبي لتقويض التجارة؛ حفاظًا على الأخلاقيات العامة، وهي المرة الأولى التي يتم فيها تفعيل مثل هذا التقييد.

عندما تُولَد صغار الفقمة، فإنها تتمتع بفراء أبيض. ويتم إرضاع الصغار وفطامها، ثم تهجرها أمهاتها بعد أن تبلغ من العمر 12 يومًا. ولمَّا تجد نفسها محاصرةً على طبقة رقيقة غير مستقرة من الثلج؛ تظل وحيدة دون طعام، حتى تبلغ من العمر ستة أسابيع، وخلال تلك الفترة يتغيّر لون فرائها من الأبيض إلى الرمادي، وتمتد إليها أيادي الصادين.

تتعرض صغار الفقمة لأعيرة نارية من القوارب، أو تتلقى ضربات موجعة بمضارب خشبية، أو أعمدة ذات حواف حديدية تُعرف باسم هاكابيك «hakapik». بعض حيوانات الفقمة التي تُصاب بأعيرة نارية تنزلق إلى الماء، وتُفقَد. وكثير من الحيوانات التي يُطلَق عليها الصيّادون النار ويلحقوا بها أضرارًا من الممكن أن تعاني بشدة لعدة دقائق، بينما يمارس الصيادون مناورات بقواربهم؛ ليدنوا بالقدر الكافي منها، ثم يضربوها حتى يُغشَى عليها. إذا كانت طبقة الثلج غير مستقرة أكثر من اللازم، فإن الصيادين لن يستطيعوا تجاوزها، ويمكن أن تُجَرّ حيوانات الفقمة المصابة والمغشى عليها ـ التي ما زالت تستجيب ـ للقوارب بواسطة رِماح معقوفة، قبل أن ينهالوا عليها ضربًا بالمضارب.

تعكس منشوراتي حول عملية الصيد منظورِي العلمي والبيطري. فمن الممكن التمحيص في رفاهية الحيوانات وقياسها. وقد استفدتُ من كلٍّ مِن منظوري العاطفي (البيطري)، والمحايد (العلمي). من المستحيل مراقبة جميع أنشطة الصيد التي تتم على مساحة شاسعة من الثلوج المتنقلة، تضارع مساحتها مساحة فرنسا، لكن ما رأيته وقمت بقياسه على الثلج كان بمثابة تحدٍّ لي، وأثار اهتمامي. تسمح اللوائح البحرية الكندية المتعلقة بالثدييات للصيادين باستعادة الحيوانات المصابة من الثلج باستخدام حِراب معقوفة، قبل التحقق من أنها فاقدة للوعي، لكن الناس لا يسمحون للحيوانات البرية بأن تُعامَل المعاملة ذاتها. فإذا عُومِل جواد أو كلب بالطريقة التي شهدتها، لَوُصِفَت هذه المعاملة بالوحشية.

> «من المستحيل مراقبة جميع أنشطة الصيد».

فُرِض حظر الاتحاد الأوروبي على أسس أخلاقية، ومن الممكن أن تسترشد الأحكام الخاصة بقضايا أخلاقية بالعلم والدليل العلمي. وعندما يتعلق الأمر بصيد الفقمة، أثبت العلم أن بعض حيوانات الفقمة التي تصاب بأعيرة نارية تظل فترة طويلة جدًّا على قيد الحياة حتى تموت، وبعض الحيوانات المصابة لم يُتَحَقَّق منها لفترات تمتد إلى دقائق عدة، قبل أن تتعرض إلى القتل ضربًا بالمضارب. وقد أثبتت عمليات التشريح التي أجريت على الثلج أن بعض حيوانات الفقمة تعرضت للإصابة، نتيجة لطلقات نارية متعددة، ولضربها ورميها بالرماح المعقوفة. وقد ابتلعت هذه الفئة دمها الطازج، مما يشير ـ على الأرجح ـ إلى أنها كانت على قيد الحياة لفترة، إثر أول صدام بينها وبين الصياد. ووصفت التقييمات التي أُجريت أيضًا السلوك المضطرب للحيوانات المصابة الواعية، استجابةً لاستعادتها من الثلج باستخدام الرماح المعقوفة.

من اللافت للنظر أن الالتماس الذي تقدمت به كندا والنرويج لا يطعن في «تبعات الرفاهية المدنية» لحيوانات الفقمة التي قضت منظمة التجارة العالمية العام الماضي بكفايتها؛ لتبرير الحظر الأوروبي. وبدلًا من ذلك.. يركز الالتماس على قضايا تجارية، مدعيًا أن القيود المفروضة مجحفة.

إذا توصلت منظمة التجارة العالمية إلى قرارها، الذي سيكون نهائيًّا ومُلْزِمًا؛ سيتعيّن عليها التأليف بين بيانات متضاربة من اتفاقيات دولية ترجع إلى 70 عامًا تقريبًا. ومن بين هذه البيانات.. بيان يحظر «التمييز الاعتباطي، أو غير المبرر» بين الدول. وثمة بيان آخر مفاده أن الشعوب يمكن أن تتصرف بطريقة «ضرورية لحماية الأخلاقيات العامة».

كإنسان وكطبيب بيطري، أرى أنّ صيد الحيوانات يثير مخاوف حقيقية وجسيمة متعلقة برفاهيتها. ويدعم الدليل العلمي المتاح هذا الرأي، لكن العِلْم ـ بطبيعة الحال ـ ما هو سوى واحد من عوامل المعادلة. ولعل الكلمة الأخيرة ينبغي أن تُترك للمهاتما غاندي، الذي قال: «إن عظمة أي شعب وتَقَدُّمه الأخلاقي يمكن الحكم عليهما بالطريقة التي يتعامل بها مع الحيوانات». ■

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/dbklie

آندي باتروورث أستاذ وباحث في الطب البيطري الإكلينيكي بجامعة بريستول، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: andy.butterworth@bristol.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



المجتمع يحتاج إلى أكثر من العجائب.. ليَحترِم العِلْم

الباحثون في وضع يؤهلهم لشرح المفاهيم، ولكن الصحفيين هم القادرون على التمحيص النقدي المطلوب لاندماج العلم في المجتمع، حسب قول **سوزان واتس**.

في العادة لا أشاهد مباريات الكرة على شاشات التلفاز، ولكنني بدأت مُؤخرًا أمنح هذا الموضوع قدرًا من الاهتمام. فما حدث في عالم التعليق الرياضي، عندما بدأ لاعبون سابقون وحاليّون يحلّون محلّ الصحفيين المتخصصين، بدأ يتسلل إلى تغطية الأخبار العلمية أيضًا.

أخبرني بذلك أحد المديرين التنفيذيين العاملين في التلفاز في أوائل هذا العام بشكل صريح، قائلًا: «إننا نستعين بالعلماء على وجه الخصوص في تقديم البرامج، حتى إن لم يكن ذلك في مجال خبرتهم؛ فهم لديهم درجة أكبر من المصداقية. أما الصحفيون، فيحتاجون إلى ميزة تسويقية فريدة بحق لكي نستعين بهم».

هذا.. ولكن ما المقصود بتلك الميزة التسويقية الفريدة؟ إنهم يقصدون بها أن تكون للصحفي قدرة خاصة أو صلة شخصية تُمكّنه من الوصول إلى الخبر الذي يتم نقله. والواقع أن الصحفيين بالفعل لديهم ميزة تسويقية فريدة، أليسوا بصحفيين؟

وعندما نستمع إلى لاعبي الكرة وهم يتحدثون عمَّا رأوه توًّا في الملعب، فذلك كفيل بأن نحصل على تحليل ممتاز للغاية، ولكن هذه التغطية لن تكشف لنا مطلقًا الجانب المشبوه من الرياضة - والبعيد عن الشاشات - من عيّنة تعاطي المنشطات، أو التلاعب في نتائج المباريات. ماذا أيضًا عن الشعور بالإحراج وعدم الارتياح الذي يظهر جليًّا على وجوه هؤلاء الأبطال الرياضيين سابقًا - المعلّقين حاليًّا - إذا تعرّضوا لضرورة طرح سؤال صعب أو مُحْرِج على واحد من نجوم الرياضة الحاليين. فالمشاهدون قد تعلو صرخاتهم أمام شاشات التلفاز، مطالبين إيّاهم بتوجيه ذلك السؤال.

لا شك أن الرياضة ليست مسألة حياة أو موت، على الأقل لمعظم الناس، ولكن العلوم والهندسة يمكن أن تكونا كذلك. ولذا.. فإن التدقيق والنقد ضروريّان هنا.

هناك فارقٌ جوهري بين التواصل العلمي Science communication، والصحافة العلمية. فالوسيلة الأولى تتمثَّل في القصص والأخبار التي تُبيِّن للناس كيف يُمكِن أن يكون العلم مسليًا ومثيرًا، مثل خبر الكشف عن مادة عجيبة، أو جُسيم دون ذريّ جديد. وشَرْح أهمية مراقبة بوزونات هيجز، أو موجات الجاذبية المنبعثة من الكون في مراحله الأولى أمرٌ يتطلب مهارة حقيقية.

على الجانب الآخر.. فإن وظيفة الصحافة العلمية هي أن تسرد الأخبار والحكايات التي تكشف عن الجانب الخفيّ المُظلم من العلوم، كبيع أدوية وَهْميّة من الخلايا الجذعية لمرضى مُستضعَفين مثلًا. فالصحافة العلمية إذًا هي التي تكشف عن التسرع في صنع السياسات، وعن التَّربُّح الخفي، وعن تضارب المصالح، وعن المنافع والمكاسب الشخصية، إضافة إلى التجارب الفاشلة، والغش، والاحتيال.

في كلا النوعين.. لا بد أن ينتمي المرء إلى نوعية الأشخاص الذين يتساءلون دومًا «لماذا؟»... بل يحتاج المرء إلى أن يستسيغ فكرة التقرب من العلماء، وخصوصًا الذين يعانون من الخجل أو التردد، أو أصحاب الشخصيات المعقدة، إذا أراد إقناعهم بأن يخبروه بتفاصيل عملهم، ثم ينبغي أن يكون لديه قدرٌ كافٍ من الحماس؛ ليرغب في سرد تلك القصص لآخرين.

يحتاج الصحفي أيضًا أن يكون لحوحًا، بل وشجاعًا بدرجة تكفي ليكتشف الأمور التي قد لا يريد هؤلاء الأشخاص أن تصبح معروفةً للعالَم، والتي يبذلون قصارى جهدهم عادةً لإخفائها عن الجميع. وعلى الصحفي أيضًا أن يحكي لنا تلك الأمور.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/8za7tf

أما انتشار المزيد من الأخبار والحكايات الساذجة والبسيطة عن «عجائب» العِلْم على حساب الصحافة العلمية، فذلك تدهورٌ لا يُمكننا أن نسمح به أو نطيقه فكريًّا وعمليًّا. فأنا مثلًا مُنبهرة بشدة مثل الجميع بظاهرة الشفق القطبي الشمالي، ولكنني أيضًا أريد أن أعرف المزيد عن مسائل أخرى، مثلًا ما يُطلق عليه أزمة التكرار في العلوم. فعندما لا يصبح مُمكنًا لبعض العلماء إعادة تكرار أبحاث مُهمة خاصة بمرض السرطان، على سبيل المثال، فهناك حتمًا خطأٌ ما. وهذا يُعَدّ من المهام الصعبة التي تواجهها الصحافة، بل والأكثر صعوبة هو عرض تلك المسائل على شاشة التلفاز.

لذا.. ما السر وراء التغير الخفيّ نحو تفضيل التواصل العلمي على الصحافة العلمية؟ من المشكلات الدائمة أن معظم مَنْ يسيطرون على وسائل الإعلام لدينا هم من الحاصلين على درجات علمية في مجال العلوم الإنسانية. بغض النظر عن موهبة هؤلاء الأشخاص، فعندما يكون أغلب شاغلي المناصب الأكثر تأثيرًا لا يفهمون طريقة سير العلوم، سيكون من النادر أن تتطرق إلى أذهانهم حقيقة أن العِلْم يقوم عليه أناسٌ لا يقِلُّون إمتاعًا وإنسانية عن نظرائهم في مجالات الفنون أو السياسة، وأن الصراعات الداخلية في عالَم العلوم قد تكون شخصية وحامية، كتلك الحاصلة في عالَم الصناعة أو التجارة.

> «إننا بحاجة إلى **الصحافة العلمية**؛ لنتمكن من مقارنة منافع ومساوئ **العلوم الجديدة**».

في عالم الصحافة الإذاعية - على الأقل - بدأت النظرة تختلف تجاه الصحفيين العلميين بشكل متزايد، إذ يتم اعتبارهم غير ضروريين، طالما كان بمقدور مُحرِّر البرنامج أن يعثر على أحدهم في أي وقتٍ، عند ظهور خبر مهم في مجال الصحة مثلًا، أو في أوقات الطقس القارس. ولو قام هؤلاء المُحرِّرون - عِوضًا عن ذلك - بتقدير إسهامات الصحفيين من أصحاب التخصصات العلمية في غرفة الأخبار بصفة يومية؛ لكان بإمكانهم أن يحصلوا، ليس فقط على رؤية للمسائل المطروحة، ولكن أيضًا على أخبار يومية بمنظور علمي لجميع الأخبار التي يتناولونها في برامجهم. بهذه الطريقة تصبح وجهة النظر العلمية جزءًا لا يتجزأ من أي برنامج، تمامًا مثلما يُفترَض أنْ يحدث في أي مجتمع صحي حديث، لا مجرد فقرة إضافية.

إننا بحاجَة إلى الصحافة العلمية؛ لنتمكن من مقارنة منافع ومساوئ العلوم الجديدة. وبدونها سنظل نناضل من أجل وضع العلوم في سياقها الاجتماعي، بينما نُمسِك بتلابيب تلك التحديات الناشئة عنها. فإذا أخذنا طب الجينوم، على سبيل المثال، سنجد أنه ينبغي عقد توازن بين ما يطرحه من وعود برعاية صحية أفضل وأكثر شخصيةً، ومخاطر تُنْذِر بانتهاك خصوصية بياناتنا الشخصية.

يكمن الخطر في أننا في غمرة انبهارنا بـ«عجائب» العلم، ننسى تفاصيله الأكثر ضبابيةً، بل الأسوأ أننا نتعمد تجنُّب طرح الأسئلة التي تمثل تحديًا للعلماء والتقنيين بشأن ما يقومون به. وإذا فقدنا تلك النظرة النقدية؛ ستضيع منَّا القدرة على تَبَنِّي وجهات نظر مُطَّلِعة بشأن ما نريده من العلوم. السؤال الآن هو: هل نريد حقًّا أن تنافس التغطية الإعلامية للعلوم التعليقَ الرياضي بكل أباطيله؟ الإجابة قد تخيِّب آمالنا جميعًا. ■

سوزان واتس عملت كمحررة علمية لبرنامج نيوزنايت في هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي)، حتى تم إلغاء الوظيفة في نوفمبر الماضي. وهذه المقالة تمثل مُقتطفًا مُنقَّحًا من محاضرة ألقتها في مهرجان جامعة كمبريدج العلمي بالمملكة المتحدة في مارس الماضي.
البريد الإلكتروني: susan.watts@susanwatts.org

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث
مقتطفات من الأدبيات العلميـة

الهندسة المدنية

"دِرْع" زلزالي يمنع الهزة الأرضية

هناك مجموعة من الحُفَر العميقة في الأرض، تبدو كأنها تقلل الاهتزاز في مواضع معينة أثناء محاكاة زلزال.

حفر ستيفان بروليه من "شركة مينار لهندسة التربة" في نوزيه، فرنسا، وزملاؤه شبكةً من الآبار (حفر تخريم) بعمق 5 أمتار في التربة، قرب جرونوبل. ثم قامت رافعة بخفض مِجَسّ (مسبار) في الأرض المُجاورة، حيث اهتز محاكيًا وقوع زلزال. تم اختيار مواضع الآبار بأماكن تتداخل فيها الموجات الزلزالية مع بعضها البعض، وتلغي كل منها الأخرى. وبالتالي، شتتت مجموعة الآبار كثيرًا من الطاقة الزلزالية، وردَّتها مرة أخرى نحو مصدرها.

يقول الباحثون إن هذا النهج قد يؤدي إلى طرق جديدة لحماية المباني من الاهتزاز أثناء الزلازل.

Phys. Rev. Lett. 112, **133901 (2014)**

CRAIG MCCLAIN

نظم البيئة

سقوط الأخشاب يُشكِّل وليمة قاع البحر

تُؤوي الأشجار الميتة بقاع المحيط نطاقًا متنوعة من البكتيريا والفطريات والرخويات (في الصورة؛ تم تضمين سنت معدني؛ لمقارنة الأحجام).

تَرَكَ كريج ماكلين ـ من مركز التخلق التطوري الوطني في دورهام بولاية نورث كارولينا ـ وجيمس باري ـ من معهد بحوث أكواريم خليج مونتيري في موس لاندينج، كاليفورنيا ـ 18 جذعًا صلبًا من شجر السنط على عمق أكثر من 3000 متر بشمال شرق المحيط الهادئ، ثم استرَدّاها بعد خمس سنوات.

وجد الباحثان أن نظمًا بيئية قد ازدهرت واختلفت دراماتيكيًّا بين الجذوع، رغم أنها كانت ضمن منطقة مساحتها 500 متر مربع: في المتوسط، تشابهت الجذوع بنسبة 25% من حيث تشكيل الأنواع الحيوية بها. كان أغلب الأنواع الحية المستوطنة من ثنائية الصدفتين الثاقبة للخشب، التي تشكل ثقوبًا لمأوى الكائنات الحية الأخرى، وتوفر غذاء في صورة فتات الخشب والبراز.

يقول الباحثون إن تغيُّر أنماط إزالة الغابات وتدفُّق الأنهار والأعاصير قد يُؤثر في وتيرة وحجم "سقوط الأخشاب"؛ مما قد يكون له تأثير كبير في التنوع الحيوي بأعماق البحار.

Biol. Lett. 10, **20140129 (2014)**

بيولوجيا النبات

كيف تحوِّل البكتيريا النبات إلى زومبي

كشف الباحثون كيف أن بعض البكتيريا المُمرِضة للنباتات تجعلها عقيمة، وقادرة فقط على نشر المرض.

تنتقل مُمرِضات البلازما النباتية بواسطة الحشرات التي تقتات على النسغ (العصارة النباتية)، والتي تُحوِّل زهورًا (كنبات أرابيدوبسيس **الصورة العليا**) إلى بِنْيَة شبيهة بالأوراق (الصورة السفلى) لا تُنْتِج بذورًا. درست ساسكيا هوجنهاوت وزملاؤها ـ بمركز جون إنيس في نوريتش بالمملكة المتحدة ـ نباتات أرابيدوبسيس؛ ووجدوا أن بروتين البلازما النباتية، SAP54، يتفاعل مع فئة من البروتينات النباتية تُسمَّى RAD23 لتكسير جزيئات تنظِّم تطور الإزهار.

ويبدو أن هذا التفاعل يُعزِّز أيضًا انجذاب الحشرات القافزة لأوراق النباتات المُصابة؛ مما ينشر البلازما النباتية من نبات إلى آخر.

PLoS Biol. 12, **e1001835 (2014)**





JIC PHOTOGRAPHY

المواد

طابعة تقذف أنابيب نانويّة

يُمكِن أن تصنع الطابعاتُ النافثة للحبر أغشيةً رقيقة من الأنابيب النانوية الكربونية؛ لاستخدامها كأقطاب في دارات إلكترونية مطّاطة.

طبع يونجتايك هونج وزملاؤه ـ بجامعة سيول الوطنية بكوريا ـ طبقات من الأنابيب النانوية الكربونية أحادية الجدران على مادة مطاطة، أساسها السيليكون. وجد الباحثون أن الخصائص الكهربائية للأغشية تحسّنت بعد غسلها بالماء ونقْعها في حمض النيتريك المُخفّف. كذلك، ظهر أن أداء غشاء الأنابيب النانوية خماسي الطبقات أفضل من غشاء أحادي الطبقة، مع الحفاظ على خصائص التوصيل الكهربائي تحت إجهاد شدّ بنسبة 100%.

يقول الباحثون إن هذا الأسلوب أكثر بساطةً وتنوعًا لمستوى التطبيق من سابقيه.

Appl. Phys. Lett. 104, **113103 (2014)**

الجينوميّات الميكروبيّة

فَكّ تتابعات الميكروبات القاتلة

إنّ فَكّ تتابعات جينوم ميكروب مُقاوِم للمضادات الحيوية يمكنه تحديد المُسْتَفْرَدات (العزلات) الأكثر خطورة، حسب ما أعلنه فريق

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بقيادة روث ماسي في جامعة باث بالمملكة المتحدة.

درس الفريق 90 من مُستفرَدات المكوّرات العنقودية الذهبية المُقاوِمة للمضاد الحيوي مثيسيلين، ذات مستويات متفاوتة من القدرة على الالتصاق بالخلايا البشرية المُستنبَتة، وقتلها. فك الباحثون تتابعات جينوم المُستفردات، وأجروا دراسة للارتباطات في كامل الجينوم؛ لتحديد 121 تغيُّرًا جينيًّا، بما في ذلك حالات الإضافة أو الحذف للحمض النووي، التي ارتبطت بهذه السُّمِّيَّة.

هناك مجموعة من 50 متغايرًا يمكنها التنبؤ بالأكثر والأقل سُمِّيَّة بين 30 مُستفرَدة، بيد أنها لا تستطيع التنبؤ بالمُستفرَدات متوسطة السُّمِّيَّة بدِقَّة.

***Genome Res*. http://dx.doi.org/10.1101/gr.165415.113 (2014)**

تقنية النانو

روبوتات الحمض النووي تعمل في صرصور حيّ

تستطيع الروبوتات الجزيئية أداء مهام منطقية معقدة داخل كائن حي. فقد استخدم إيدو باشليه وزملاؤه ـ بجامعة بار إيلان في رامات جان، إسرائيل ـ ضفائر مطوية من الحمض النووي؛ لإنشاء مجموعة من الروبوتات النانوية؛ يمكنها أن تفتح وتغلق وتنسِّق مع بعضها البعض استجابةً لمختلف التفاعلات مع بعض البروتينات.

وعندما حُقنت الروبوتات في صرصور حيّ (*Blaberus discoidalis*؛ **في الصورة**)، أنشأت توليفات الروبوتات المختلفة سبعة أنواع من البوابات المنطقية، ولَّدت كلٌ منها نتيجة مختلفة ـ مثل إطلاق حمولات من الأجسام المضادة ـ بناء على إشارات بروتينية محددة.

ويرى الباحثون إمكان استخدام هذه التقنية ـ في نهاية المطاف ـ للسيطرة على إدخال العقاقير إلى الجسم البشري.

***Nature Nanotechnol*. http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2014.58 (2014)**

DALY AND NEWTON/IMAGE BANK/GETTY

علوم الكواكب

أحد أقمار زحل يخفي محيطًا

تحت القطب الجنوبي لقمر إنسيلادوس (سادس أقمار زحل، ومن أكبرها) يقع محيط مائي، قد يحتوي على جزيئات عضوية تُشكِّل أساس الحياة.

أجرى لوتشيانو إيس وزملاؤه ـ بجامعة سابينزا روما ـ تحليلًا لقياسات الجاذبية، مستمَدَّة من المركبة الفضائية كاسيني خلال ثلاثة تحليقات حول القمر بين عامي 2010 و2012. ووجد الفريق كتلةً أكبر من المتوقَّع في قطبه الجنوبي، مما يبين أن شيئًا هناك ـ أكثر كثافة من الجليد ـ تحت طبقة جليد سُمْكها 30-40 كيلومترًا، تغطي سطح إنسيلادوس. يعتقد الباحثون أن طبقةً من المحيط سُمْكها 10 كيلومترات تُغطي لب القمر الصخري.

في عام 2005، رصدت كاسيني بخار ماء ورذاذًا جليديًّا، يُنفث خلال شقوق في القشرة الجليدية قرب قطب إنسيلادوس الجنوبي. قد تحمل هذه النفاثات جزيئات عضوية وأملاحًا من هذا المحيط إلى السطح، مما يجعل هذا القمر مكانًا ممكنًا للبحث عن حياة خارج الأرض.

***Science* 344, 78–80 (2014)**

علم الأعصاب

الإضاءة تصنع المايلن

تتغير دارات الدماغ على مدار العمر.. وقد اكتشف الباحثون بكاليفورنيا آلية لمثل هذه التغيرات: زيادة سُمك غِمْد المايلن myelin الذي يُغلِّف الألياف العصبية، ويساعد العصبونات على إطلاق استجاباتها.

درست ميشيل مونخيه وزملاؤها ـ بكلية طب جامعة ستانفورد ـ بعض الفئران المُحوَّرة وراثيًّا، بحيث يستطيع الضوء تحفيز عصبوناتها في (القشرة أمام الحَرَكيَّة) بالدماغ.

أدى هذا التحفيز إلى توليد مزيد من الخلايا الدبقيّة قليلة التغصّن، التي تصنع المايلن، وزيادة سُمك غِمْد المايلن بهذه المنطقة ومناطق أخرى بالدماغ. وبالإضافة إلى ذلك.. أظهرت فئران حُفِّزت بالضوء، ولها مايلن أكثر سمكًا وظائفَ حركية أفضل من الحيوانات العادية.

يقول الباحثون إن النتائج قد تشير إلى سُبل زيادة تَكَوُّن المايلن في أمراض التنكُّس العصبي، كالتصلب المتعدد.

***Science* http://doi.org/r9g (2014)**

الضوئيات

الضوء يتحرك في اتجاه واحد على رقاقة

من الممكن استخدام جهاز يتحكم في الضوء، فيجعله يتحرّك في اتجاه واحد فقط، في أجهزة الحاسوب عالية السرعة التي تنقل الإشارات باستخدام الضوء، بدلًا من الشحنات الكهربائية.

فقد صنع فريق بقيادة لان يانج، وشاهين كايا أوزدمير ـ بجامعة واشنطن بسانت لويس ـ صمامًا ثنائيًّا باستخدام حلقتين مجوّفتين على رقاقة سيليكون. وبينما تمتص إحدى الحلقتين إشارة الضوء الواردة، تقوم الأخرى بتضخيمها. وعندما تكون الحلقتان متقاربتين، يتحرك الضوء خلال الجهاز في الاتجاهين. وعندما تكون الحلقتان متباعدتين، يمكن تضخيم الإشارة في اتجاه واحد، وتعطيل حركتها في الاتجاه الآخر.

إنّ الجهاز أصغر من الصمامات الثنائية الضوئية الموجودة حاليًّا، ويستهلك طاقة أقل.

***Nature Phys*. http://doi.org/r8n (2014)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

التغير المناخي

مناطق أوروبا الساخنة في عالم أكثر احترارًا

الأكثر قراءةً على iopscience.iop.org في فترة مارس

حتى لو استقر ارتفاع درجات الحرارة العالمية عند درجتين مئويتين، ستزداد غالبية دول أوروبا احترارًا عما قبل.

فقد جمع فريق بقيادة روبير فوتارد ـ بمعهد بيير سيمون لابلاس في جيف سريفيت بفرنسا ـ 6 نماذج محاكاة للمناخ العالمي مع 15 نموذجًا آخر للمحاكاة تركِّز على أوروبا. ووجد الفريق أنه في فصل الشتاء، سيكون احترار شمال وشرق أوروبا أشد، مع ارتفاع درجات الحرارة 3 درجات مئوية، بينما سيصبح جنوب أوروبا أكثر سخونة بكثير صيفًا.

ووجد الباحثون أن هطول الأمطار الشتوية سيزداد بوسط وشمال أوروبا، وستقل الأمطار الصيفية في أجزاء القارة الوسطى والجنوبية.

***Environ. Res. Lett.* 9, 034006 (2014)**

الميكانيكا الحيوية

حركات سريعة لذبابة الفاكهة أثناء هروبها

لمراوغة الحيوانات المفترسة، ينفِّذ الذباب الطائر انعطافات مائلة للجنب ببضع ضربات بأجنحته بشكل أسرع كثيرًا من حركات التوجيه التي لُوحظت سابقًا لدى الذباب.

وقد استخدم مايكل ديكنسُن وزملاؤه ـ بجامعة واشنطن في سياتل ـ ثلاث كاميرات عالية السرعة تصوِّر 7,500 لقطة في الثانية؛ لالتقاط استجابات طيران أنواع ذبابة الفاكهة (**الصورة**) عند هروبها من خطر ماثل أمامها. وجد الباحثون أنه مع تغيرات طفيفة في حركة الجناح، تستخدم الحشرات مزيجًا من دوران الجسم من جانب لآخر مع الإمالة؛ لأجل التوجه السريع بعيدًا عن التهديدات، ثم يدور الذباب بسرعة عائدًا مرة أخرى إلى وضعه الطبيعي، بينما يسّرع طيرانه هاربًا بعيدًا عن الخطر.

***Science* 344, 172–177 (2014)**

FLORIAN MUIJRES



NATURE.COM

يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:

www.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الجيولوجيا

اصطدام قديم مُسجَّل في صخرة

تكشف صخور جنوب أفريقيا أن كويكبًا ضخمًا اصطدم بالأرض منذ 3.26 مليار سنة، مُحوِّلًا الرواسب إلى سائل.

تحتوي صخور حزام الحجر الأخضر ـ في باربرتُن بجنوب أفريقيا ـ على كُتل صغيرة من مواد تكثَّفت من سحب بخار الصخور المتولدة عن اصطدامات قديمة. وقد استخدم نورمان سليب، ودونالد لو ـ من جامعة ستانفورد بكاليفورنيا ـ تلك الكُتل، مع سمات صخور باربرتن الأخرى، لحساب حجم اصطدام هذا الكويكب وآثاره الجيولوجية تحديدًا.

وجد الباحثان أن قُطر الكويكب يبلغ حوالي 50 كيلومترًا. يقول الباحثان إنّ موجات زلزالية ـ ناجمة عن الاصطدام ـ صدّعت قشرة الأرض، مما أثار زلازل قوية وأمواج تسونامي عملاقة.

***Geochem. Geophys. Geosys.* http://doi.org/sb4 (2014)**

بيولوجيا العُضَيّات

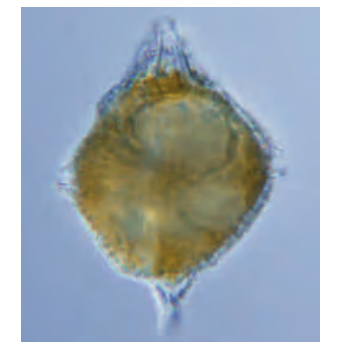
العثور على عوالق يُفترَض انقراضها

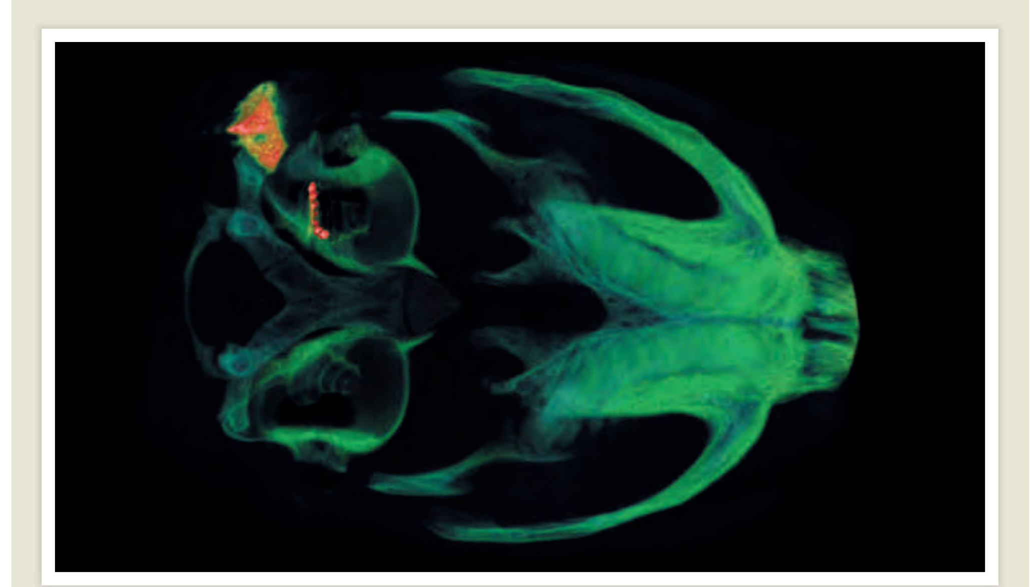
عُثر مؤخرًا على نوع من العوالق – كان يُعتقد أنها انقرضت منذ أكثر من مليون سنة – تعيش غرب المحيط الهادئ.

اكتشف كينيث مرتنز وزملاؤه ـ بجامعة جنت في بلجيكا ـ أكياسًا (حوصلات) حية من عوالق الداينوفلاجلات (دَوَّامِيّ السِّياط) *Dapsilidinium pastielsii* (في **الصورة**) في قاع المحيط من اليابان إلى الفلبين وإندونيسيا. هذه المنطقة ـ الدافئة بشكل مستمر، والمعروفة باسم منطقة الهندي-الهادئ الدافئة ـ تُؤوي مستويات عالية من التنوع الحيوي.

يحتمل أن المياه الدافئة هناك قد وفرت ملاذا للداينوفلاجلات للبقاء في عمود الماء (عمود افتراضي للماء من السطح إلى القاع) والرواسب. يقول الباحثون أن مثل مناطق الإيواء هذه ستُكون هامة للحفاظ على التنوع الحيوي في مناخ مُتغيِّر.

***Geology* http://doi.org/sb7 (2014)**





العلاج الجيني

زَرْع في الأُذُن يساعد على إصلاح الأعصاب السمعية

أصلح الباحثون عصبًا سمعيًّا بإدخال جين إلى خلايا الأذن، بعد حفزه بكهرباء من جهاز سمعي.

النبضات الكهربائية في عملية الزرع بقوقعة الأذن لا تُحفِّز العصب السمعي في الصُّمّ فحسب، بل تجعل الخلايا أيضًا مُنفِذة للحمض النووي.

استخدم جاري هاوسلي وزملاؤه ـ بجامعة نيو ساوث ويلز في سيدني، أستراليا ـ عملية زرع بقوقعة الأذن في خنازير التجارب الصماء (في الصورة)؛ الجزء المزروع يظهر بالأحمر) لنقل جينات تُشفِّر نيوروتروفين – وهو بروتين يُحفِّز نمو الأعصاب – إلى خلايا محددة في الأذن الداخلية.

وجد الباحثون أن العصب السمعي بدأ يتجدد، وامتد نحو القوقعة؛ وأظهر حساسية أكبر، مقارنةً بالحيوانات غير المعالَجة.

يقول الباحثون إن هناك طريقة مشابهة تَستخدِم أقطابًا كهربائية مزروعة في الدماغ، يمكنها إصلاح خلايا الدماغ، كوسيلة لعلاج الاضطرابات العصبية.

***Science Transl. Med.* 6, 233ra54 (2014)**

للاطلاع على تقرير أطول حول هذا البحث، انظر: go.nature.com/y3bxzr

نظم البيئة

طيور تشيرنوبيل تكيَّفت مع الإشعاع

وجد باحثون يدرسون الطيور قرب موقع كارثة تشرنوبيل النووية في أوكرانيا أول دليل على أن الحيوانات البرّية قد تكيفت مع الإشعاع المُؤيِّن.

فقد فحص إسماعيل جالفان ـ الباحث حاليًا بمحطة أبحاث دونيانا الحيوية في إشبيلية، إسبانيا ـ وزملاؤه عيِّنات من ريش ودم 16 نوعًا من الطيور، بما في ذلك سنونو الحظيرة (*Hirundo rustica*) ونقشارة الغاب (*Phylloscopus sibilatrix*)، داخل وحول منطقة تشرنوبيل المحظورة.

وجد الفريق أن طيور المناطق الأكثر تلوثًا بالإشعاع لديها مستويات أعلى من مضادات الأكسدة ـ التي تتخلص من الجذور الحرة الضارة الناجمة عن التعرض للإشعاع ـ مقارنةً بطيور المناطق الأقل تلوثًا بالإشعاع. كما وجدوا أيضًا أن حيوانات المناطق عالية الإشعاع كانت حالتها الجسمانية أفضل، وأظهرت انخفاضًا في تلف الحمض النووي والإجهاد التأكسدي.

***Funct. Ecol.* http://doi.org/sh7 (2014)**

تغيُّر المناخ

جفاف كاليفورنيا مرتبط بالبشر

يبدو أن الاحترار الكوكبي بفعل البشر قد أسهم في جفاف كاليفورنيا الشديد في الأشهر الأخيرة.

فقد أعاد سايمون وانج وزملاؤه ـ بجامعة ولاية يوتا في لوجان ـ تحليل سجلات الأرصاد الجوية؛ ووجدوا أن موجة الجفاف الحالية مرتبطة بتغيُّرات في نطاق الضغط الجوي الواسع وأنماط الدوران. تحدث هذه التغيُّرات تقليديًّا فوق أمريكا الشمالية في السنوات التي تسبق أحداث إلنينو (احترار عرضي للمحيط الهادئ الاستوائي).

تُظهِر المحاكاة أن أحوال الغلاف

الجوي التي تُسبِّب جفافًا شديدًا في كاليفورنيا أصبحت أكثر تواترًا منذ 1970، نتيجة لزيادة تركيزات غازات الاحتباس الحراري. يلفت الباحثون إلى أن التوقعات تشير إلى أن موجات الجفاف بكاليفورنيا ستُصبح أشد في المستقبل.
Geophys. Res. Lett. **http://doi.org/sfs (2014)**

سلوك الحيوان

ميكروبات ذبابة الفاكهة تجذب ذبابًا أكثر

حدّد الباحثون مصدرًا كيميائيًّا يجذب ذباب الفاكهة للطعام: بكتيريا القناة الهضمية ليرقات ذبابة الفاكهة الموجودة في الطعام.

وأثبت روفن دوكاس وزملاؤه ـ بجامعة ماكماستر بهاملِتُن، كندا ـ سابقًا أن ذبابة الفاكهة سوداء البطن تنجذب إلى الطعام الذي يحتوي على يرقات. ومؤخرًا، وجد الباحثون أن الذباب يُفضِّل الطعام الذي احتوى على يرقات لديها تشكيل ميكروبي كامل بقناتها الهضمية على طعامٍ فيه يرقات خالية من البكتيريا.

وأظهر الباحثون أيضًا أن هذا الانجذاب غير متصل بوجود بكتيريا القناة الهضمية أو اليرقات في الطعام، لكنه متصل بالتغيُّرات الطبيعية التي تُحْدِثها اليرقات المُتغذّية. يقول الباحثون إن الطعام غير الطازج أسهل لليرقات أنْ تحفر فيه جحورها، مقارنةً بالطعام الطازج.
J. Exp. Biol. **217, 1346–1352 (2014)**

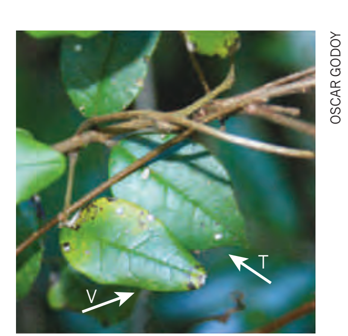
بيولوجيا النبات

براعة التنكُّر الورقي

هناك كَرْمَة مُتَسَلِّقة يُمكنها أن تُحاكي أوراق أشجار مُضِيفة عديدة، مما قد يساعد على مقاومة افتراس الحيوانات العاشبة.

نظر إرنستو جيانولي، وفرناندو كاراسكو أورّا ـ من جامعة كونسبسيون، شيلي ـ في 45 من عيِّنات الكرمة ثلاثية الوريقات *Boquila trifoliolata* (**في الصورة**، إلى اليسار)، الموجودة في غابات أمريكا الجنوبية المُمْطِرة والمُعتدلة. وجد الباحثان أن الكَرْمات تتأقلم في 9 سمات ورقية، منها الحجم، والشكل، واللون، لتقلِّد أوراق أيٍّ من 12 نوعًا مُضِيفًا مختلفًا (في الصورة، *Rhaphithamnus spinosus*؛ إلى اليمين).

هناك نباتات أخرى قادرة على المحاكاة، لكن لم يوصف أي نبات من قبل بأنه يستطيع تغيير مظهره ليتطابق مع كثير من الأشجار، أو النباتات المضيفة المختلفة.
Curr. Biol. **http://doi.org/sjg (2014)**



OSCAR GODOY

علم الفلك

رصْد توأم للأرض في نطاق صالح للحياة

اكتشف علماء الفلك كوكبًا بحجم الأرض، يدور حول نجم بارد وخافت على مسافة مناسبة تسمح بوجود ماء سائل. وهو من أكثر الكواكب التي عُثر عليها حتى الآن شبهًا بالأرض، ويمكن أن يستضيف حياة.

فقد اكتشف فريق ـ بقيادة إلايزا كوينتانا من معهد SETI بماونتن فيو، كاليفورنيا ـ هذا الكوكب (كِبْلَر-186f) لدى دراسة بيانات من تليسكوب كبلر الفضائي التابع لوكالة "ناسا". وكشفت انخفاضات طفيفة في سطوع النجم عن دوران الكوكب، وهو خامس كوكب معروف في هذا النظام بالتحديد.

يبلغ حجم (كِبْلَر-186f) 1.1 من حجم الأرض، ويدور حول نجمه دورة كاملة كل 130 يومًا. يقع الكوكب على الحافة الخارجية لنطاق النجم الصالح للحياة، أي ما يكافئ في نظامنا الشمسي أنْ تكون الأرض أقرب إلى مدار كوكب المريخ.
Science **344, 277–280 (2014)**

الجينوميّات

فك تشفير جينوم ذبابة تسي تسي

تكشِف تتابعات جينوم ذبابة تسي تسي الحاملة للمرض أهدافًا مُحتمَلة لتدابير المكافحة الرّامِيَة إلى وقْف انتشار المرض.

ذبابة تسي تسي هي الناقل الوحيد لطفيلي أوّلي يسبِّب داء المثقبيّات في البشر (المعروف بمرض النوم)، وفي الماشية بأفريقيا جنوب الصحراء. فَكَّ أعضاء مُبادرة جينوم جلوسينا الدولية متتابعات الحمض النووي لذبابة تسي تسي *Glossina morsitans morsitans*، الذي ينقل الطفيل إلى الماشية.

وجد الباحثون الجينات المسؤولة عن بعض الخصائص الفريدة للذبابة، مثل قدرتها على إنتاج الحليب لذُرِّيَّتها، وانجذابها إلى اللون الأزرق.

يمكن للبيانات الجينومية أن تُمكِّن الباحثين من تطوير أساليب للسيطرة على تكاثر الحشرات، مثلًا، مما يساعد على التحكم في أعداد وتجمُّعات ذبابة تسي تسي.
Science **344, 380–386 (2014)**
للاطلاع على تقرير أطول حول هذا البحث، انظر: go.nature.com/yrum7w

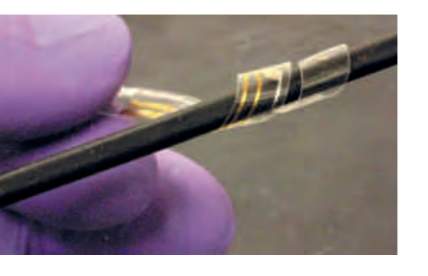
المواد

إلكترونيات تتشكل كأنسجة الجسم

يمكن استخدام بوليمرات مُتحوِّلة الشكل يومًا في حسّاسات إلكترونية قابلة للزرع، تتوافق مع الأنسجة داخل الجسم.

ألحق فريق من جامعة طوكيو بقيادة تاكاو سوميا شرائح ترانزستور عضوية رقيقة ببوليمرات تُغيِّر شكلها بالتسخين. صنعوا أولًا الجهاز على شكل حلزوني، ثم جعلوه مسطحًا. وعندما عرّضوه للحرارة؛ قام الجهاز بلَفّ نفسه حول أسطوانة رقيقة (**في الصورة**). وبعد 24 ساعة من الزرع تحت جلد فأر؛ لانَت الشريحة؛ متَّخِذةً شكل وخطوط خارجية للأنسجة، مع احتفاظها بخصائصها الإلكترونية.

يقول الباحثون إن نظامهم يوفِّر مزايا عن المواد الأخرى، إذ لا يمكن للمواد القاسية أن تتخذ شكل الجسم، بينما يصعب إدخال المواد المرنة في الكائن الحي، وصناعتها بكميات كبيرة.
Adv. Mater. **http://doi.org/sg7 (2014)**


TAKAO SOMEYA AND WALTER VOIT

اختيار المجتمع — الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الصيد غير المشروع يجتذب الاهتمام على الإنترنت

ذُهل الباحثون على "تويتر" من بعض الأرقام الواردة في دراسة تصِف واردات السمك الضخمة غير المشروعة إلى الولايات المتحدة. وحسب ما أورده توني بِتشر وزملاؤه ـ بجامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر ـ كان أكثر من 20% من الأطعمة البحرية الطبيعية (غير المستزرعة) القادمة إلى البلاد في عام 2011 ـ تتراوح قيمتها بين 1.3، و2.1 مليار دولار ـ من الصيد غير المشروع، أو غير المُسجَّل. ولإجراء تقديراتهم، استخدم الباحثون بيانات من الوكالة القومية للمصائد البحرية الأمريكية عن ثلاثين من المنتجات البحرية الرئيسة من 10 بلدان. يقول الباحثون إن الصيد غير المشروع وغير المُبلَّغ عنه وغير المُنظَّم يُخِلّ بالنظم البيئية والأمن الغذائي وسُبل المعيشة عالميًّا.
Mar. Policy **48, 102–113 (2014)**


حسب بيانات من موقع: altmetric.com
يتلقى موقع (ألتمتريك دوت كوم) دعمًا من "ماكميلان ساينس آند إديوكيشن"، المالكة لمجموعة "نيتشر" للنشر.

NATURE.COM
وللمزيد حول الأبحاث الأوسع انتشارًا، انظر:
www.nature.com/o5v8cv

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

أحداث

توقيت ذَرِّي

كشف علماءُ أمريكيون عن أَدَقّ ساعة ذَرِّيَّة في العالم. ففي الثالث من إبريل الماضي، أطلق المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا في جايثرسبيرج، ميريلاند، NIST-F2، وهي ساعة تعمل بالسيزيوم، من شأنها ألّا تُقدِّم ثانية، أو تؤخر ثانية واحدة خلال زمن قدره 300 مليون سنة؛ مما يجعلها أكثر دقة بثلاث مرات تقريبًا من سابقتها. وسوف تُستخدَم NIST-F2 في تسجيل الختم الزمني للمعاملات المالية في الولايات المتحدة، من بين تطبيقات أخرى. وتقترب الساعات التي تعمل بالسيزيوم من الحد الأقصى لأدائها، وربما استخدمت الساعات في وقت لاحق ذرات تهتز بترددات أعلى؛ مما يجعلها أكثر دِقّة.

فحص نفايات

عاد موظفون إلى المنشأة التجريبية الأمريكية لعزل النفايات (WIPP) في الثاني من إبريل للمرة الأولى منذ أنْ أدَّى تسرُّب إلى إغلاق منشأة النفايات النووية تحت الأرض في منتصف فبراير الماضي. ولم يجد العمال تلوثًا إشعاعيًّا أثناء فحص المنطقة الملاصقة لمدخل مهواة المنجم. وقد قاموا أيضًا بتثبيت أجهزة لمراقبة الهواء، وفقًا لما أعلنته وزارة الطاقة الأمريكية. وكان مقررًا أن يبدأ عمال المنشأة في منتصف إبريل الماضي في البحث عن مصدر التلوث في المرفق، الذي يقع بالقرب من كارلسباد، نيو مكسيكو.

تحطُّم المركبة "لادي"

تحطَّم مسبار دراسة غبار القمر ـ التابع لوكالة "ناسا" ـ في الثامن عشر من إبريل الماضي؛ مولِّدًا سُحُبًا من الغبار عندما اصطدم بالجانب البعيد من القمر ـ كما كان مخططًا سلفًا ـ معلنًا نهاية البعثة. كان "مستكشِف بيئة الغلاف الجوي والغبار للقمر" (LADEE) قد أنهى مهامه في مارس الماضي. وقد وجَّه مراقبو البعثة حادث التحطم لحماية مواقع تاريخية على القمر من حطام المسبار، مثل مواقع هبوط مركبات أبولّو. وقد أجرى المسبار أثناء عمله أفضل قياسات حتى الآن لغبار القمر، الذي يتكون



ANDREEA CAMPEANU/REUTERS/CORBIS

مجاعة تلوح في الأفق في جنوب السودان

يتعذر حصول كثير من المزارعين على البذور والأدوات؛ نظرًا إلى استئناف القتال في جنوب السودان؛ وهو ما يعطل موسم الزراعة الرئيس، ويزيد من تفاقم أزمة الغذاء. وهذا يعني أيضًا أن الأرض المناسبة نادرة. وقد أفادت وكالات إغاثة ـ في تقرير نُشر في الثاني والعشرين من إبريل الماضي ـ أن أزمة الغذاء تتسبب بالفعل في مستويات مقلقة من سوء التغذية. وقد دعا الأمين العام للأمم المتحدة، بان كي مون، إلى اتخاذ "إجراءات فورية"؛ لتجنُّب مجاعة يمكن أن تؤثِّر على ما يصل إلى مليون شخص. هذا.. وقد أودت المجاعة الأخيرة في أفريقيا ـ التي ضربت الصومال في عام 2011 ـ بحياة 260 ألف شخص تقريبًا.

نتيجة قصف النيازك الصغيرة لسطح القمر. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/mwqoln.

أعمال

براءة اختراع لمقصّ جينات

حصلت طريقة شهيرة لتحرير تتابعات الحمض النووي على أول براءة اختراع. ففي منتصف إبريل الماضي، أعلن معهد "برود" ـ ومقره كمبريدج، ماساتشوستس ـ أنه حصل على براءة اختراع لنظام كرسبر–كاس "CRISPR-Cas9" مُعَدَّل وراثيًّا. ويستخدم نظام كرسبر ـ أو التكرارات العنقودية القصيرة المتناوبة منتظمة التباعد ـ إنزيمًا بكتيريًّا مُعَدَّلًا وراثيًّا لاستهداف الجينات، حيث يقوم بالقطع الدقيق لتتابعات الحمض النووي في الجينات، وبالتالي يُتيح تعديلها. وقد ابتكر النظام عالِم الأحياء الجزيئية فنج شانج، الذي يعمل في معهد "برود". وفي نوفمبر الماضي، شارك شانج في تأسيس شركة "إيديتاس مديسين "Editas Medicine ـ ومقرها كمبريدج ـ لتطوير سبل استخدام تقنية كرسبر في علاجات معينة (انظر: go.nature.com/c8jopb).

تجربة عقار السل

تقرر اختبار التدبير الأول من نوعه، والمصمَّم لعلاج سلالات السل التي تتأثر بالأدوية والمقاومة لها، في مرحلة ثالثة من التجارب الإكلينيكية. وأفاد "التحالف ضد مرض السل" ـ وهو منظمة غير ربحية لتطوير عقار لعلاج السل، ومقرها نيويورك ـ في الثالث والعشرين من إبريل الماضي أنه يأمل في بدء التجربة في أربع قارّات بحلول نهاية العام. وسوف تختبر تجربة "اختصار العلاجات عبر تطوير أدوية جديدة" (STAND) مزيجًا من ثلاثة عقاقير تُسَمَّى (PA-824 PaMZ، وموكسيفلوكساسين، وبَيرازيناميد)، ينبغي أن تختصر الوقت اللازم لعلاج هذا المرض من مدة قد تصل إلى 24 شهرًا إلى 6 أشهر فقط.

أبحاث

جُسَيم غريب

أكدت بيانات تجربة "مصادم الهادرونات الكبير بيوتي" LHCb في سيرن ـ المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات بالقرب من جنيف، سويسرا ـ وجود جُسَيم غريب، هو (4430) Z. ونُشرت نتائج تجربة "مصادم الهادرونات الكبير بيوتي" في التاسع من إبريل الماضي. يُعتبر الجسيم غريبًا، لأنه ربما يتكون من أربعة كواركات؛ وهي جسيمات أولية، عادةً ما تكون مقيدة في تكتلات ثنائية أو ثلاثية، وتوجد في المادة الموجودة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في الكون. وقد لُوحظ عدد من هذه الجسيمات الغريبة في تجارب على مدى السنوات الإحدى عشرة الماضية، لكن هذه هي المرة الثانية التي تُؤكّد فيها رؤية الجسيم Z (4430).

TAF/RICK ENGLISH

قمر اصطناعي مصري

أُطلِق القمر الاصطناعي الثاني لمصر للاستشعار عن البعد ـ في السادس عشر من إبريل الماضي ـ في مهمة لجمع بيانات زراعية وجيولوجية وبيئية من شمال أفريقيا. وقد أبحر القمر "إيجيبت سات 2" ـ المصنوع بأيدٍ روسية ـ في الفضاء على متن مركبة الإطلاق "سويوز" من مركز بايكونور الفضائي في كازاخستان. المسبار الجديد يستبدل "إيجيبت سات 1"، الذي عَمِل لمدة ثلاث سنوات بعد إطلاقه في عام 2007. ومن المقرر أن تُعالَج بيانات القمر الاصطناعي الثاني بواسطة الهيئة القومية المصرية للفضاء والاستشعار عن بُعْد بالقرب من القاهرة.

فيروس الشرق الأوسط

اعتبارًا من الثالث والعشرين من إبريل الماضي، تم الإبلاغ عن إصابة 345 شخصًا بمتلازمة الالتهاب الرئوي التاجي في الشرق الأوسط، توفي منهم 107 مرضى، وفقًا للمركز الأوروبي للوقاية من الأمراض ومكافحتها في ستوكهولم. أُصيبت معظم الحالات في المملكة العربية السعودية؛ مما أدى إلى إقالة وزير الصحة في البلاد، عبد الله الربيعة، في أواخر إبريل الماضي. ويصيب الفيروس ـ المكتشَف لأول مرة في عام 2012 ـ الحيوانات في الغالب، ولكنْ يمكنه إصابة البشر أيضًا، والانتشار بينهم.

عوالم بعيدة

اكتشف علماء الفلك في إبريل الماضي كوكبين قزمين محتمَلين في الحدود الخارجية للنظام الشمسي، يدوران حول الشمس بعد كوكب نبتون. أحد الجُرْمين، 2013 FY27، هو تاسع ألمع جُرْم وراء نبتوني معروف، وهو من بين أكبر الأجرام في النظام الشمسي الخارجي، حيث يبلغ قطره 760 كيلومترًا تقريبًا. ويتسم الجرم الآخر، 2013 FZ27، بأنه أصغر وأعتم. وقد أعلن عن الاكتشافين الفريقُ نفسه الذي أعلن في مارس أنه وجد أبعد كوكب قزم محتمَل في النظام الشمسي. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/xqiucr.

منشآت

قائمة موقع مِكشاف

أعلنت لجنةٌ القائمةَ المختصرة لواحد من مَوْقِعَيْن مُعتزَمَيْن لمكشاف أشعة جاما التابع لـ"مصفوفة تليسكوب تشِرينكوف" في العاشر من إبريل الماضي خلال اجتماع عُقد في ميونيخ، ألمانيا. وانتقى ممثلون عن 12 حكومة من المقرر أن تموِّل المصفوفة الموقعَ "آر" في جنوب ناميبيا، و"أرمازونز" في تشيلي من قائمة من خمسة مواقع؛ لتحديد الموقع الأكبر للمصفوفة في نصف الكرة الجنوبي. هذا.. ويتم الاختيار النهائي بحلول نهاية العام. ولا يزال على الممولين خفض قائمة مختصرة للموقع الأصغر للمصفوفة في نصف الكرة الشمالي.

جوائز



جائزة تقنية

مُنِح الفيزيائي البريطاني ستوارت باركين (**في الصورة**) جائزة تكنولوجيا الألفية لعام 2014، وذلك في التاسع من إبريل الماضي. وتُكَرِّم الجائزة باركين ـ وهو مدير معهد ماكس بلانك لفيزياء البِنَى المجهرية في هالّه، ألمانيا ـ على عمله في مجال إلكترونيات الدوران المغزلي. وقد أتاحت أبحاثه زيادة السعة التخزينية لمحركات الأقراص الصلبة بألف ضعف، وأدّت إلى ابتكارات، مثل الحوسبة السحابية، والبث التدفقي للفيديو عبر الإنترنت. تُمنح الجائزة ـ ومقدارها مليون يورو (1.4 مليون دولار أمريكي) ـ مرة كل سنتين من قِبَل أكاديمية فنلندا للتكنولوجيا.

سياسات

مراجعة مقاييس

ستراجع الحكومة البريطانية كيفية استخدام المقاييس، مثل عدد الاقتباسات، وعدد المقالات المنشورة، في تقييم نوعية البحوث وتمويل المِنَح في جامعات المملكة المتحدة. ويرأس جيمس ويلسدون ـ وهو باحث في سياسات العلوم بجامعة سَاسِكس، المملكة المتحدة ـ لجنة المراجعة التي ستشمل رئيس تحرير دوريّة "نيتشر"، فيليب كامبل. وقال ويلسدون إن الضمانات والمبادئ التوجيهية قد تكون ضرورية؛ لتجنب إساءة استخدام الدراسات البيليومترية، والتلاعب في نظام تقييم البحوث. وسوف تستمر المراجعة حتى ربيع عام 2015.

لائحة السجائر الإلكترونية

أفادت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، في الرابع والعشرين من إبريل الماضي، أنها تعتزم توسيع مدى لائحة منتجات التبغ، لتشمل السيجار، والنرجيلة، والغليون، والسجائر الإلكترونية. وإذا دخلت القواعد المقترحة حيز التنفيذ، ستصير مراجعة هذه المنتجات من قِبَل إدارة الغذاء والدواء لازمةً قبل أن يتم تسويقها، ولن يُسمح ببيعها لأشخاص تقل أعمارهم عن 18 عامًا. وسوف تستقبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية تعليقات الجمهور على المقترح لمدة 75 يومًا، وبعد ذلك قد تُصدِر قرارًا نهائيًّا. للاطلاع على المزيد.. انظر: /go.nature.com lpwaw4.

حاجز الهجرة

يَفِدُ إلى المملكة المتحدة عددٌ قليل من الطلاب الدوليين؛ لدراسة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؛ وذلك بسبب قوانين الهجرة المشدَّدة، وهو ما يُشعِر الطلاب المرتقبين بأنّ البلاد لا ترحب بوجودهم. وقد أشار إلى ذلك الأمر تقريرٌ صادر عن لجنة العلوم والتكنولوجيا التابعة لمجلس اللوردات، نُشر يوم 11 إبريل الماضي. ويقول التقرير إن أعداد الطلاب قد انخفضت بنسبة تزيد عن 10% خلال العامين الماضيين. بينما تؤكد الحكومة أنه لا يوجد دليل واضح على أن قوانين الهجرة منعت طلابًا دوليين من القدوم (انظر: ;*Nature* **506**, 14–15 2014).

مراقبة الاتجاهات

كان محلِّلو الطاقة النظيفة قد تطلَّعوا إلى أن ينبئ الربع الأول الواعد من عام 2014 بانتعاش الاستثمارات العالمية المنخفضة. وقد حدث ذلك بالفعل، إذ أظهرت الأرقام الصادرة عن شركة "بلومبرِج لتمويل الطّاقة الجديدة Bloomberg New Energy Finance" زيادة الاستثمار بنسبة 10% عن الفترة نفسها من العام الماضي، مدفوعًا ـ في الأساس ـ بمشروعات الطاقة الشمسية صغيرة النطاق. وهناك تحوُّل جغرافي ملحوظ أيضًا بانعقاد صفقتين من أكبر الصفقات في إندونيسيا (1.6 مليار دولار أمريكي لصالح مشروع "سارولّا" للطاقة الحرارية الأرضية)، وكينيا (860 مليون دولار لمشروع طاقة الرياح في بحيرة توركانا).

آمال في انتعاش استثمارات الطاقة النظيفة

بلغت الاستثمارات العالمية 47.7 مليار دولار أمريكي في الربع الأول من عام 2014.

SOURCE: BNEF

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/news

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبــار في دائرة الضـوء




SAURABH DAS/AP

النشطاء في الهند ينادون بتوفير أدوية رخيصة لعلاج الالتهاب الكبدي سي.

الصحة العامة

أدوية الالتهاب الكبدي سي لا تصل إلى الفقراء

دليل المبادئ العامة لعلاج الفيروس يسلِّط الضوءَ على الصعوبات التي تواجه الدولَ الفقيرة في دفع ثمن العقاقير المكلفة.

إوين كالاواي

إن دليل المبادئ العامة الأول لمعالجة فيروس الالتهاب الكبدي سيHCV الذي صدر في الأسبوع الثاني من إبريل الماضي، وظهور العقاقير التي يمكنها أن تُشفِي معظم الإصابات الفيروسية، جعلت الباحثين في مجال الصحة العامة يتذكرون كيف مرّوا بموقف مثل هذا من قبل.

بعد ثلاثة عقود من الصراع في محاولة لتخفيض كلفة عقاقير فيروس نقص المناعة البشرية (حيث انخفضت الأسعار من 10000 دولار أمريكي سنويًّا للمريض الواحد في التسعينات إلى أقل من 100 دولار أمريكي في أواسط العقد الأول من القرن الحالي)، الآن يتساءل الباحثون من جديد كيف يمكن تخفيض الكلفة الباهظة للعقاقير المنقِذة للحياة، بحيث يتمكن كل المرضى من الحصول عليها.

يؤكد ستيفان ويكتور ـ وهو رئيس البرنامج العالمي لفيروس التهاب الكبد الوبائي في منظمة الصحة العالمية في جنيف بسويسرا، والمؤلف الرئيس لدليل المبادئ العامة (انظر: go.nature.com/bwhguw) ـ قائلًا: «مررنا بهذا من قبل». من الممكن أن يحدث نجاح مشابه لما حدث مع عقاقير فيروس نقص المناعة البشرية، كما يقول آندرو هيل، وهو اختصاصي عقاقير في جامعة ليفربول في المملكة المتحدة: «لو وُجدت النية السياسية لفعل هذا».

منذ اكتشافه في 1989، يُصيب الالتهاب الكبدي سي ما يقارب 185مليون شخص في العالم، أكثر من 80% منهم يعيشون في بلدان ذات دخل منخفض أو متوسط (انظر: العبء الفيروسي). على سبيل المثال.. فإن ما يعادل 15% من سكان مصر مصابون بالداء. وهذا الفيروس الذي ينتقل عبر الدم هو أحد الأسباب الرئيسة لسرطان وتشمع الكبد.

للأسف تم تجاهل معظم هذه الحالات، وذلك لأن العلاجات المتوفرة لم تعمل بشكل جيد، وكانت غالية نسبيًّا، لكن ثمة مزيج دوائي مكوَّن من عقار مضاد للفيروس اسمه «ريبافيرين»، وعقار يؤثر على جهاز المناعة يُدعى «إنترفيرون» كفيل بشفاء أقل من 50% من المرضى بعد سنة، رغم أن له تأثيرات جانبية، إذ إنه يسبب الغثيان، والإنهاك، وحتى الاكتئاب.

من المتوقع أن يتغير كل هذا.. أولًا، توجد سلالة جديدة من أدوية التهاب الكبد الوبائي تهاجم الفيروس مباشرة، وقد حصلت على موافقة جهات الأدوية في الولايات المتحدة وأوروبا في 2011؛ وتمكنت من رفع معدلات الشفاء إلى 75% مع أنها لم تُلغِ الحاجة كليًّا إلى المعالجة بمزيج الريبافيرين-إنترفيرون. وفي الشهور الأخيرة وافق المرخِّصون على عقارين يمكنهما شفاء معظم حالات الالتهاب الكبدي سي بعد 3 أشهر، ولا يتطلب الأمر عقار إنترفيرون في معظم الحالات.

وقد أثار العجبَ سعرُ هذين العقارين، حتى في البلدان الغربية، حيث التأمين الصحي الخاص ونظام الصحة العام كفيلان عادةً بتولِّي تكاليف العلاج. وكان سعر الحبة الواحدة من عقار سوفوسبوفير Sofosbuvir الذي صنعته جايليد ساينسس Gilead Sciences في فوستر سيتي بكاليفورنيا 1000 دولار أمريكي في شهر ديسمبر الماضي، أي أن كلفة المعالجة التي تستمر لمدة 12 أسبوعًا ستصل إلى 84000 دولار أمريكي. أمّا جانسين فارماسوتيكالز Janssen Pharmaceuticals ـ ومقرها في بيرس ببلجيكا ـ فقد حددت سعر عقارها سيمبريفر بقيمة 66000 دولار لفترة المعالجة نفسها. إن هذه الأسعار لا تلائم الدول ذات الدخل المنخفض أو المتوسط، لكن من غير الواضح كيف سينخفض السعر إلى الحد الذي يسمح لهذه الدول بالحصول عليه، وفقًا لما يقوله ويكتور.

إن العقاقير المضادة للفيروسات المتقهقرة التي تُبْقِي فيروس نقص المناعة البشرية قيد السيطرة لم تصل إلى الدول الأقل ثراءً، إلا بعد ممارسة ضغوط من قِبَل وكالات غير حكومية، وأكاديميين ومرضى. وقد أثبت مُصنِّعو الأدوية الجنيسة أن بمقدورهم إنتاج الأدوية بأثمان أرخص، وتَقَدَّم الممولون، مثل الصندوق العالمي لمكافحة مرض نقص المناعة البشرية، والسل والملاريا؛ لدفع التكاليف، حتى إن بعض البلدان ـ مثل البرازيل وتايلاند ـ أصدرت ما يُدعى «رخصًا إجبارية» لتصنيع نُسَخ نوعية من عقاقير فيروس نقص المناعة البشرية، متجاهلين بذلك براءات الاختراع.

إنّ هذه الخيارات ستصبح متاحة لعقاقير الالتهاب الكبدي سي، حسبما يقول ويكتور: «إن المنافسة والإنتاج النوعي هما حقًّا المفتاحان اللذان سيقودان إلى تخفيض الأسعار». وفي مارس الماضي، أعلنت جايليد عن صفقة مع مصر؛ لتزويدها بسوفوسبوفير بكلفة قدرها 900 دولار، مقابل خطة علاجية مدتها 12 أسبوعًا. يقول هيل: «أعتقد أن هذا رائع كخطوة أولى، لكنها الخطوة الأولى فقط». ويضيف بقوله إن معالجة كل حالات الالتهاب الكبدي ◀

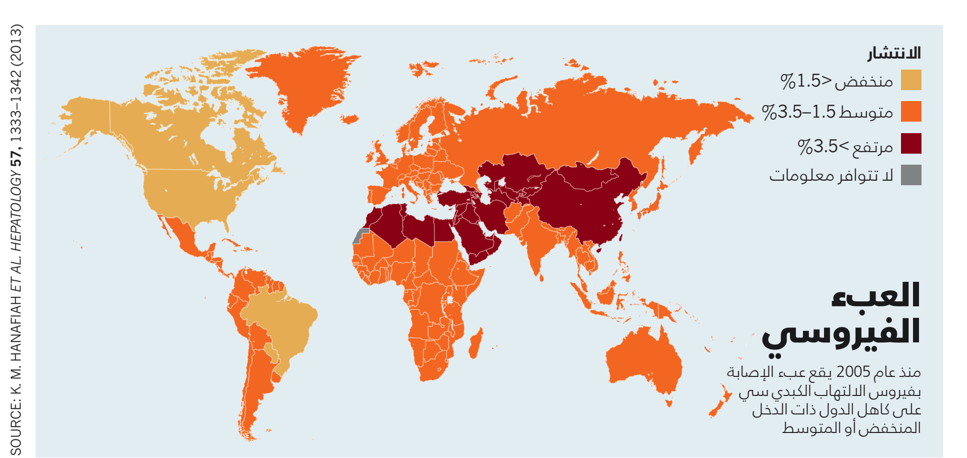
سي في مصر ستجرِّد ميزانية الدولة السنوية المخصصة للرعاية الصحية مما يعادل 4.5 مليار دولار.

يقول جريج آلتون نائب الرئيس التنفيذي للشؤون التجارية والطبية في جاليد إن الشركة تجري مفاوضات مع عدة شركات هندية مُصنِّعَة، وذلك لإنتاج نسخة من عقار سوفوسبوفير. ووفقًا لتقرير صادر عن المؤسسة الخيرية «أطباء العالم» ـ ومقرها باريس ـ ستتوفر الأدوية الجنيسة لستين بلدًا أغلبها ذات دخل منخفض، ولكن ليس للعديد من الدول متوسطة الدخل التي ترزح تحت وطأة الإصابة الكبيرة بفيروس الالتهاب الكبدي سي. وفي هذه الأثناء، فإن المجموعة الخيرية غير الربحية المسماة «مبادرة الأدوية، الوصول، والمعرفة» الموجودة في نيويورك قد أقامت دعوى ضد دائرة براءات الاختراع في الهند، تطالب فيها بمنع جاليد من الحصول على براءة اختراع لسوفوسبوفير.

إن أدوية فيروس الالتهاب الكبدي سي الجنيسة قليلة الثمن أصبحت في متناول اليد. ففي تحليل صدر في فبراير الماضي نُشر في دورية «الأمراض المعدية الإكلينيكية» قارن هيل وفريقه كلفة إصدار أدوية جنيسة لفيروس نقص المناعة البشرية، وطبقوا هذا التحليل على الكلفة المحتملة لأدوية الالتهاب الكبدي سي. (A. Hill *et al*. *Clin. Infect.Dis* **58**, 928-936, 2014) وقد قدّروا أن مُصنِّعي الأدوية الجنيسة سيتمكنون من إنتاج الدواء بكلفة 100- 250 دولارًا لعلاج مدته 12 أسبوعًا، لكن حتى مع مثل هذه الأسعار فإن المصنعين المقلِّدين لن يصنعوا أدوية فيروس الالتهاب الكبدي سي إلا إذا كان هناك طلب كبير عليها، وفق ما يقوله هيل.

لم يعرب المتبرعون الكبار بعد عن نِيّتهم في الدفع مقابل هذه العقاقير. ورحّبت مؤسسة يونيتايد UNITAID ـ ومقرها جنيف ـ بدليل منظمة الصحة العالمية، لكنها ذكرت أن الوصول إلى العقاقير سيعتمد على وجود طرق تشخيصية رخيصة. يقول ويكتور: «من المحتمل أن يؤول الأمر إلى الدول نفسها في أنْ تموِّل برامجها، ولكن سيكون من شأن هذا العامل أن يضع الكثير من القيود».

تقول جنيفر كون، المديرة الطبية لبرنامج «الوصول إلى الدواء» في المؤسسة الخيرية «أطباء بلا حدود» في جنيف إن الدول ذات الدخل المتوسط تواجه أكبر العراقيل، إذ إن المتبرعين العالميين يسحبون دعمهم بشكل متزايد من هذه الدول، ومن المرجح أن يرى مصنّعو الأدوية ـ كجاليد مثلًا ـ أن أسواق هذه الدول غير ملائمة لمنتجاتهم؛ وبالتالي يمكنهم أنْ يستثنوا من صفقات تراخيص الأدوية الجنيسة.



تقول كون إن هذه البلدان يجب أن تفكر في التراخيص الإجبارية، مثلما فعلت بلدان عدة بعقاقير فيروس نقص المناعة البشرية. إن منظمة التجارة العالمية تحظر مثل هذه الممارسات، إلا في حالات معينة، بهدف أن تضمن أسعارًا معقولة للأدوية؛ وذلك لحماية صحة عامة الناس.

إنّ الكلفة ليست هي العائق الوحيد.. فالأنظمة الصحية في معظم الدول غير مجهزة لتشخيص الداء؛ وإعطاء الدواء على نطاق واسع. يقول ويكتور إن المجتمع الصحي العالمي سيضيّع فرصة كبيرة، لو لم يتمكن من حل مشكلة توصيل الدواء إلى المرضى، ويتابع بقوله: «هناك أناس يموتون من تشمُّع الكبد، ومن سرطان الكبد، لكنْ من الممكن منع حدوث هذه الوفيات». ■

علم الوراثة غير الجينية

الحمض النووي الريبي للحيوانات المنوية يحمل علامات الصدمة

يغيّر الإجهاد تعبير الجزيئات الصغيرة من الحمض النووي الريبي في الفئران الذكور؛ ويؤدي إلى سلوكيات اكتئابية في الأجيال اللاحقة.

فيرجينيا هيوز

إن للصدمة طبيعة غادرة، فهي لا تزيد فقط من مخاطر تعرض الشخص للاضطرابات النفسية، بل يمكن أن تمتد آثارها أيضًا إلى الجيل التالي. فمثلًا، الأفراد الذين تعرّضوا للصدمة أثناء إبادة الخمير الحمر الجماعية في كمبوديا يميلون إلى إنجاب أطفال يعانون من الاكتئاب والقلق، وأطفال قدامى المحاربين الأستراليين الذين شاركوا في حرب فيتنام لديهم معدّلات أعلى للإقدام على الانتحار، مقارنةً بمجموع السكان.

ينتُج تأثير الصدمة جزئيًّا من العوامل الاجتماعية، مثلًا بتأثيرها على كيفية تفاعل الآباء مع أطفالهم. والإجهاد يترك أيضًا «علامات وراثية غير جينية» epigenetic marks- أي تغيرات كيميائية تؤثر على كيفية التعبير عن الحمض النووي، من دون تغيير في تسلسل متتالياته. وقد وجدت دراسة نُشرت في الأسبوع الثالث من إبريل الماضي في «نيتشر نيوروساينس» أن الإجهاد في المراحل المبكِّرة من الحياة يُغيِّر من إنتاج جزيئات الحمض النووي الريبي الصغيرة في الحيوانات المنوية للفئران، ويعرف بالحمض النووي الريبي المجهري (K. Gapp *et al*. *Nature Neurosci*. http://dx.doi.org/10.1038/nn.3695; 2014)؛ فتُظهِر الفئران سلوكيات اكتئاب ينتقل إلى ذريتها، كما تظهر فيها أيضًا مَواطن خلل في عمليات الأيض.

إن أهمية هذه الدراسة تكمن في بيان استجابة الحيوانات المنوية للظروف البيئية، كما يقول ستيفن كراويتز، عالم الوراثة في كلية الطب بجامعة واين ستيت في مدينة ديترويت بولاية متشيجان، الذي يدرس الحمض النووي الريبي المجهري في الحيوانات المنوية البشرية (وهو لم يشارك في هذه الدراسة الأخيرة): «إن للأب دورًا أكبر بكثيرٍ في العملية برمتها، فلا ينتهي دوره بمجرد تقديم جينومه»، ويضيف: «إن هذه دراسة واحدة من عددٍ متزايد من الدراسات الهادفة إلى إثبات أن التغييرات الطفيفة في الحمض النووي الريبي المجهري في الحيوانات المنوية «تُمهد الطريق لمجموعة ضخمة من آثار متعددة أخرى».

في دراسة جديدة، قامت إيزابيل مانسوي، عالمة الأعصاب في جامعة زيورخ، بسويسرا، وزملاؤها دوريًّا بفصل الفئران الأمهات عن صغارهن، وتعريض الأمهات إلى مواقف مُجهِدَة، إما عن طريق وضعها في ماء بارد، أو تقييد حركتها الجسدية. وقع هذا الفصل بين الأمهات والصغار كل يوم، ولكنْ في مواقيت غير منتظمة، بحيث لا تتمكن الأمهات من مواساة صغارها (وهو ما يُطلق عليه الجيل الأول F1)، بعد أن يتاح لها المزيد من ضم الصغار قبل فترة الانفصال.

وقد وجدت الدراسة أنه عندما نشأت الفئران الصغيرة بهذه الطريقة، أظهرت الذرية من الذكور سلوكيات الاكتئاب، وكانت تميل إلى التقليل من قدر المخاطر. كما أظهرت الحيوانات المنوية تعبيرًا مرتفعًا بشكل غير طبيعي عن خمسة من الأحماض النووية الريبية المجهرية. وقد تم ربط واحد من هذه الأحماض، الحمض النووي الريبي المجهري miR-375 بالإجهاد وتنظيم عمليات الأيض.

> **«للأب دور أكبر بكثير.. من مجرد تقديم جينومه».**

أظهرت الذُّرِّية من ذكور الجيل الأول F1 والجيل الثاني F2 سلوكيات اكتئاب مُماثلة، فضلًا عن تمثيل غذائي غير طبيعي للسكر، كما أظهر الجيلان مستويات غير طبيعية من الأحماض النووية الريبية المجهرية الخمسة في دمائها وفي منطقة الحصين hippocampus، وهي منطقة من المخ تشارك في استجابات الإجهاد، كذلك استمرت الآثار السلوكية في الظهور في الجيل الثالث F3.

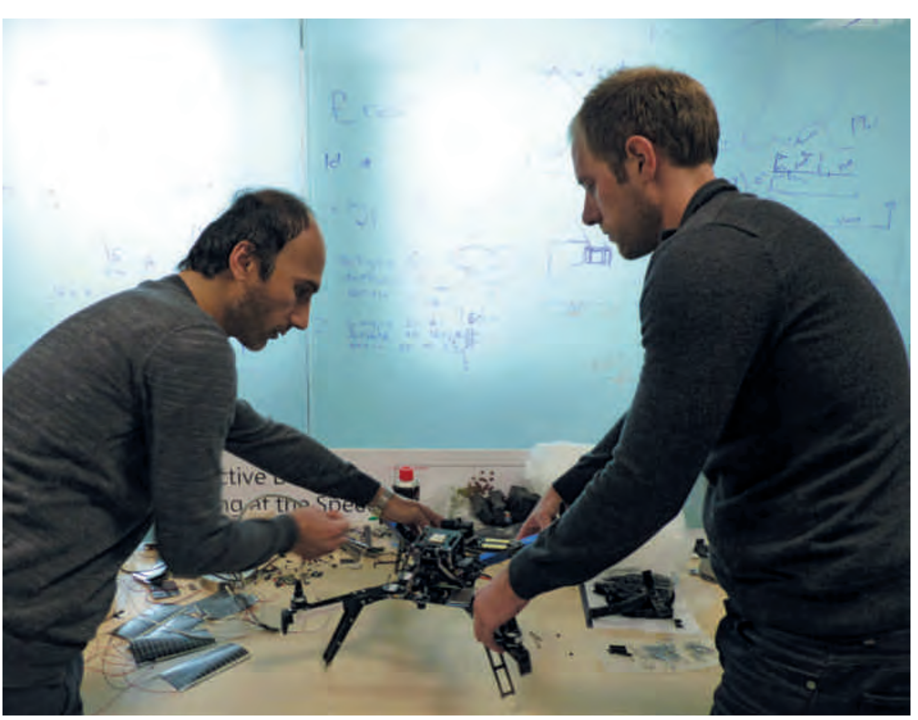
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تقول مانسوي إنها وفريقها يبحثون الآن في ما إذا كانت مؤشرات حيوية مماثلة للحمض النووي الريبي المجهري تظهر في الأشخاص المُعرَّضين لأحداث صادمة، أم في أطفالهم. وتضيف: «إذا كانت مستويات بعض هذه الأحماض النووية الريبية المجهرية تتغير باستمرار في الدم، فمن ثم يمكن استخدامها كعلامات للقابلية للتعرض للإجهاد، أو لحدوث اضطرابات نفسية».

لاستبعاد إمكانية انتقال آثار الإجهاد اجتماعيًّا، استخلص الباحثون الحمض النووي الريبي من الحيوانات المنوية لذكور الجيل الأول F1، ومن ثم حقنوه في بويضات جديدة مخصبة من فئران لم تتعرض للصدمات. أدى ذلك إلى نشوء فئران بقَدْر مماثل من سلوكيات الاكتئاب والأعراض الأيضية، كما ورَّثت هذه الفئران بدورها سلوكيات الاكتئاب إلى الجيل التالي.

يعترف المؤلفون بأن هناك الكثير مما يجب اكتشافه حول الأسس البيولوجية لهذه النتائج.. فمثلًا، لا أحد يعرف كيف يؤدي الإجهاد إلى حدوث تغيّرات في الحمض النووي الريبي المجهري في الحيوانات المنوية. وإحدى الطرق المحتملة هي عبر مستقبلات الهرمون القشري السكري glucocorticoid، وهي البروتينات المشارِكة في الاستجابة للإجهاد النفسي، التي يتم التعبير عنها في الحيوانات المنوية. فربما تشقُّ هرمونات الإجهاد الدائرة في الدم طريقها إلى الخصيتين، وترتبط بهذه المستقبلات، ومن ثم تُحفِّز بطريقةٍ ما التغيرات في التعبير عن الحمض النووي الريبي المجهري، على حد قول سارة كيمنز، المختصة في علم الوراثة غير الجينية في جامعة ماكجيل في مونتريال، كندا. وتضيف: «لم يستكشف أحد ذلك، وأعتقد أن هذا مسار مثير حقًّا».

يشير كراويتز إلى لغز آخر أثاره بحثه، ألا وهو أن الحوادث المُجْهِدَة لم تؤثر على الحمض النووي الريبي المجهري في الحيوانات المنوية من الجيلين F2 أو F3. وهذا قد يعني أن الشذوذ في هذه الذرية نتج من آليّة جينية أخرى، مثلًا من ميثلة الحمض النووي، أو من علامات كيميائية على الهيستونات، تلك البروتينات التي يلتف الحمض النووي حولها. ويتابع قائلًا إن كل ذلك في الوقت الحالي لا يتعدى أن يكون «مجرد استعراض». ■



العلماء في ميكروسوفت يطورون تقنيةً تَستخدِم طائرات آلية مزودة بهوائيات لتتبُّع الحيوانات البرية.

البحث والتطوير

أموال الشركات الخاصة تُقَدِّم طوق النجاة للعلوم الأساسية

مع ابتعاد العديد من الشركات القديمة عن دعم الأبحاث العلمية الأساسية، تدخلت شركات التكنولوجيا الجديدة؛ لكي تعوِّض هذا العجز.

ناديا دريك

ربما لا يعرف الجميع أن ميكروسوفت كما تُطوِّر نظام التشغيل «ويندوز»، وبرنامج معالجة النصوص «وورد»، ومشغِّل الألعاب «إكس بوكس»، فإنها تُوظف أيضًا علماء يصنعون مجسات استشعار تلتصق بجلود الأفيال ووحيد القرن.

يقول لوكاس جوبا، عالِم الأحياء المتخصص في الحفاظ على الكائنات في مركز أبحاث ميكروسوفت في كمبريدج بالمملكة المتحدة، إنّ هذه المجسّات تسهل على الطائرات الآلية تتبُّع الحيوانات المهددة بالانقراض، وتسجيل أي تغييرات في أنماط الحركة التي قد تشكل تهديدًا لها. يستخدم جوبا البيانات الضخمة والمعقدة التي ترسلها هذه المجسّات في ابتكار الحلول الممكنة للحفاظ على الكائنات الحية، مثل النظم التي تحذر الجهات المعنية من الصيد الجائر. وقد نشر جوبا بحثه العلمي مجانًا، ويعلق على ذلك قائلًا: «لقد أتيح لي أن أجري بحوثًا علمية راقية، كما أتيح لي أيضًا أن أتفاعل مع واحدة من أنجح الشركات في العالم».

يقول علماء الاقتصاد ومراقبو اتجاهات العلوم والتكنولوجيا إن مراتب الباحثين والعلماء من أمثال جوبا في ازدياد مستمر. ويرى هؤلاء المراقبون أن هناك جيلًا جديدًا من شركات التكنولوجيا – التي لديها ثروات طائلة من النقد السائل، بعد سنوات عديدة من النمو والنجاح في السوق - أصبح يمتلك مالًا يكفي للتجربة في أبحاث العلوم الأساسية التي يحركها الفضول وحُبّ الاستطلاع.

تقول جنيفر تور تشايز، المدير العام لمراكز أبحاث شركة ميكروسوفت في نيويورك وكمبريدج بولاية ماساتشوسيتس: «مرة أخرى تُقدِّم الأبحاث الأساسية فوائد كثيرة للتطبيقات والبرمجيات».

تكشف الإحصائيات التي جمعتها المؤسسة الوطنية للعلوم عن زيادة كبيرة في التمويل الذي تقدمه الشركات الخاصة للأبحاث الأساسية، بدءًا من عام 2006 (انظر الرسم التوضيحي 'الشركات النبيلة'). وفي ظل مناخ يهيمن عليه الركود في التمويل الجامعي والفيدرالي، تظل هذه الزيادة علامة لافتة للانتباه. يقول جوش ليرنر ـ عالِم الاقتصاد في كلية هارفارد للأعمال في بوسطن ـ إنه رغم تقليل بعض الشركات لوحداتها البحثية، اتجه البعض الآخر لدعم وتعزيز الوحدات الخاصة بها. ويضيف ليرنر قائلًا: «مقابل كل شركة عملاقة، مثل «فايزر»، تقلص أبحاثها الأساسية، هناك شركة، مثل «جوجل»، تطوّعت بتقديم التمويل اللازم لهذه الأبحاث». وإذا استمر هذا الاتجاه، فإنه سيعني تصحيح التدهور الذي حدث في العقود العديدة الماضية التي شهدت تراجعًا في دعم الشركات للأبحاث الأساسية. ويستشهد البعض بتفكيك بيل لابس (Bell Labs) ابتداءً من عام 1996 والأعوام اللاحقة في موراي هيل، نيوجيرسي ـ وهو مركز البحوث الرائد الذي اخترع الليزر والترانزيستور وعلم الفلك الراديوي ـ كأكبر دليل على النقص الحاد في التمويل.

ويبدو أن عمالقة التكنولوجيا مثل «ميكروسوفت» يقودون صحوة جديدة في الأبحاث التي تمولها الشركات الخاصة. فمراكز الأبحاث التابعة لميكروسوفت حول العالم بها أكثر من 1100 عالِم ◄

الشركات النبيلة

بينما انخفض الدعم الحكومي للأبحاث الأساسية في الولايات المتحدة، تدخلت الشركات الخاصة لتعويض هذا العجز.

الحكومة الأمريكية
الشركات الخاصة
الجامعات

دعم الأبحاث الأساسية (بالمليار دولار، طوال عام 2013)

50
40
30
20
10
0

2010 2005 2000 1995 1990 1985 1980 1975

بدأت الزيادة في دعم الشركات الخاصة في عام 2006

SOURCE: NSF

◀ في مجالات متباينة، مثل علوم البيئة، وتكنولوجيا المعلومات الحيوية، والعلوم الاجتماعية، بالإضافة إلى علوم الحاسب والرياضيات بالطبع. ويتعامل الباحثون هناك مع قيود قليلة على الاستقصاء أو النشر العلمي، رغم أنه يُطلب منهم تقديم أبحاث وثيقة الصلة، أو نتائج علمية مهمة، سواء لتطوير المنتجات، أو لتعزيز فَهْم الطبيعة.

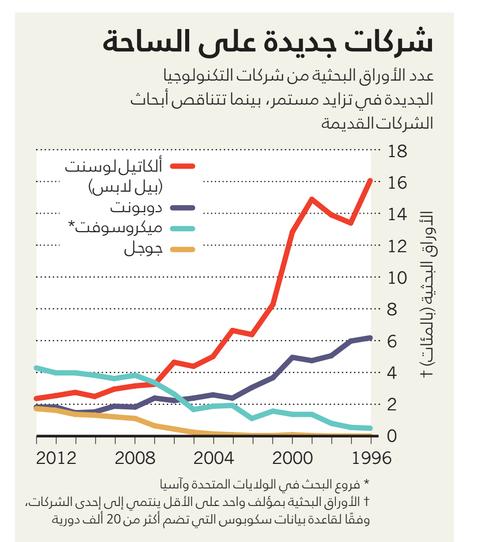
تحذو الشركات في وادي السيليكون بكاليفورنيا حذو «ميكروسوفت».. فـ«جوجل»، في ماونتن فيو، تستضيف العشرات من العلماء لمكاتبها لمدة تصل إلى 18 شهرًا في المرة الواحدة، وتنفق أكثر من 30 مليون دولار على المِنَح والزمالة العلمية. وفي 17 إبريل الماضي، أعلنت تويتر في سان فرانسيسكو عن الفائزين في أحد البرامج التي تتيح للعلماء الإجابة على مسائل بحثية باستخدام بيانات «تويتر». وفي ديسمبر، عيّنت شركة «فيسبوك» العالِم يان لي كون، أستاذ علوم الحاسب في جامعة نيويورك، لقيادة مجموعة أبحاث الذكاء الاصطناعي. ويقول لي كون: «حتى وقتٍ قريب، لم نكن نستطيع إجراء أبحاث حقيقية، سوى في شركات معدودة».

من الإشارات التي تدل على تغيُّر المشهد.. ما بثّه أحد تحاليل الأوراق البحثية التي تنشرها الشركات. فمنذ عام 1996، انخفض عدد الأوراق البحثة المرتبطة بالشركات القديمة المهتمة بالتصنيع، أما الأوراق البحثية التي تسهم فيها شركات الإنترنت والتكنولوجيا، فقد زاد (انظر الرسم التوضيحي ‹شركات جديدة في الساحة›).يقول ليرنر إن هذا الاتجاه بمثابة «تغيير في الوصِيّ».

لا يزال بعض المراقبين يتساءلون عمّا إذا كانت الطفرة في تمويل الأبحاث الأساسية حقيقية، أم لا. فأرقام المؤسسة الوطنية للعلوم ـ على سبيل المثال ـ تعتمد على استطلاع رأي أُرسل إلى 40 ألف شركة تقريبًا يجري اختيارها كل عام من مليوني شركة تقريبًا. ولأنّ هوية الشركات التي أجابت على هذا الاستطلاع تظل محجوبة، فمن المستحيل معرفة الشركات المساهمة في تمويل الأبحاث الخاصة في عام محدد. كما تقوم الشركات بنشر تقارير ذاتية عن مقدار استثماراتها في الأبحاث الأساسية والتطبيقية. ولهذا.. فإن هذه الزيادة في الإنفاق من الممكن إرجاعها إلى تعريف الشركات للأبحاث الأساسية، أو أي عوامل أخرى، حسب قول مات هوريهان، مدير برنامج سياسة وميزانية البحث والتطوير في الرابطة الأمريكية لتقدُّم العلوم في واشنطن، الذي يضيف قائلًا: «هناك احتمال بأنْ يكون ذلك انعكاسًا للحقيقة».

شركات جديدة على الساحة

عدد الأوراق البحثية من شركات التكنولوجيا الجديدة في تزايد مستمر، بينما تتناقص أبحاث الشركات القديمة



* فروع البحث في الولايات المتحدة وآسيا
† الأوراق البحثية بمؤلف واحد على الأقل ينتمي إلى إحدى الشركات، وفقًا لقاعدة بيانات سكوبوس التي تضم أكثر من 20 ألف دورية

SOURCE: SCIVAL/ELSEVIER

عودة إلى الأساسيات

يرجع مصطلحا «أساسي»، و«تطبيقي» إلى فانيفار بوش، العالِم الذي عَمِل رئيسًا للمكتب الأمريكي للبحث والتطوير العلمي خلال الحرب العالمية الثانية. فقد كتب بوش في تقريره للحكومة الأمريكية بعنوان «العلم.. أُفُق لا نهائي» في عام 1945 قائلًا: «يجري تنفيذ الأبحاث الأساسية بدون التفكير في أي غايات عملية». ولا يزال هذا التعريف ساريًا، لكن الشركات لها وجهة نظر مختلفة قليلًا حول كيفية تعريف المشروعات وتصنيفها.. فمشروع جوبا لمجسّات الحياة البرية ـ على سبيل المثال ـ يلائم تعريف ميكروسوفت للأبحاث الأساسية، رغم أنه يشكِّل مادة لأحد التطبيقات (رغم أن ميكروسوفت ليست مهتمة تاريخيًّا بذلك). وتصفه تشايز: «إنها أبحاث راقية مبتكرة متعددة العلوم، تهتم بالأفكار الجديدة والغريبة».

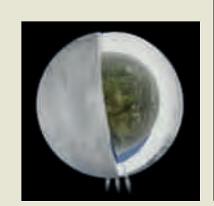
بعض الشركات، مثل «إنتل» في سانتا كلارا بكاليفورنيا، صريحة وواضحة بشأن التركيز على الأبحاث التطبيقية. أما في «جوجل» ـ على سبيل المثال ـ فإنها تحث العلماء على دراسة «الأبحاث الأساسية التي تستلهم التطبيق العملي»، كما يقول ألفريد سبيكتور، نائب الرئيس للأبحاث في الشركة. وهذا يعني في الغالب أن الموظفين عليهم إجراء الأبحاث الأساسية التي ترتبط بأهداف «جوجل» التجارية مثل العلوم العصبية لتعلُّم اللغة، أو فهم الحديث.

يشير العلماء إلى معمل «آي بي إم» للأبحاث في زيوريخ بسويسرا كمثال على الابتكار من خلال الأبحاث الأساسية التي تمولها الشركة. فالفضول الأساسي حول ما تبدو عليه الأسطح على مقياس الذرات أدّى إلى ابتكار مجهر المسح النفقي في عام 1981، الذي ساعد بدوره في الدخول إلى عصر علوم النانو. ومن هناك، انتقل فريق «آي بي إم» إلى بناء مجهر على مستوى الذَّرَّة يمكنه تصوير الروابط بين الذرات المفردة.

ورغم صغر مختبر «آي بي إم» في زيوريخ، لكن أربعة من علمائه فازوا بجائزة نوبل العالمية، وقد نجح المختبر في الحصول على بعض من أرقى المنح المالية التنافسية التي يقدمها المجلس الأوروبي للأبحاث. ويحاول العلماء هناك الإجابة على أسئلة أساسية في الأبحاث في الفيزياء والأحياء، بالإضافة إلى موضوعات تطبيقية مثل التشفير الكمي، والبيانات الكبيرة والحوسبة السحابية. يقول مدير المختبر ماثياس إن الأبحاث التطبيقية قد تؤدي في بعض الأحيان إلى أسئلة أساسية. ويكمل ماثياس قائلًا: «تمثِّل لنا الأبحاث الأساسية نقطة انطلاق لتطوير المعرفة البشرية. وما نكتشفه أنه حتى أثناء إجراء الأبحاث التطبيقية تلوح لنا دائمًا أسئلة أساسية، تنبغي الإجابة عليها». ■

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة



● يحجب قمر المشتري إنسيلادوس كمية ضخمة من مياه المحيط تحت سطح قطبه الجنوبي
go.nature.com/vijdmf

NASA/JPL-CALTECH

أخبار أخرى

● الكشف العلمي يسبِّب سَحْب المزيد من المنشورات الخاطئة go.nature.com/rwos3y

● تشجيع أوروبا على تخفيف القيود على استنباط المعلومات go.nature.com/gpdekt

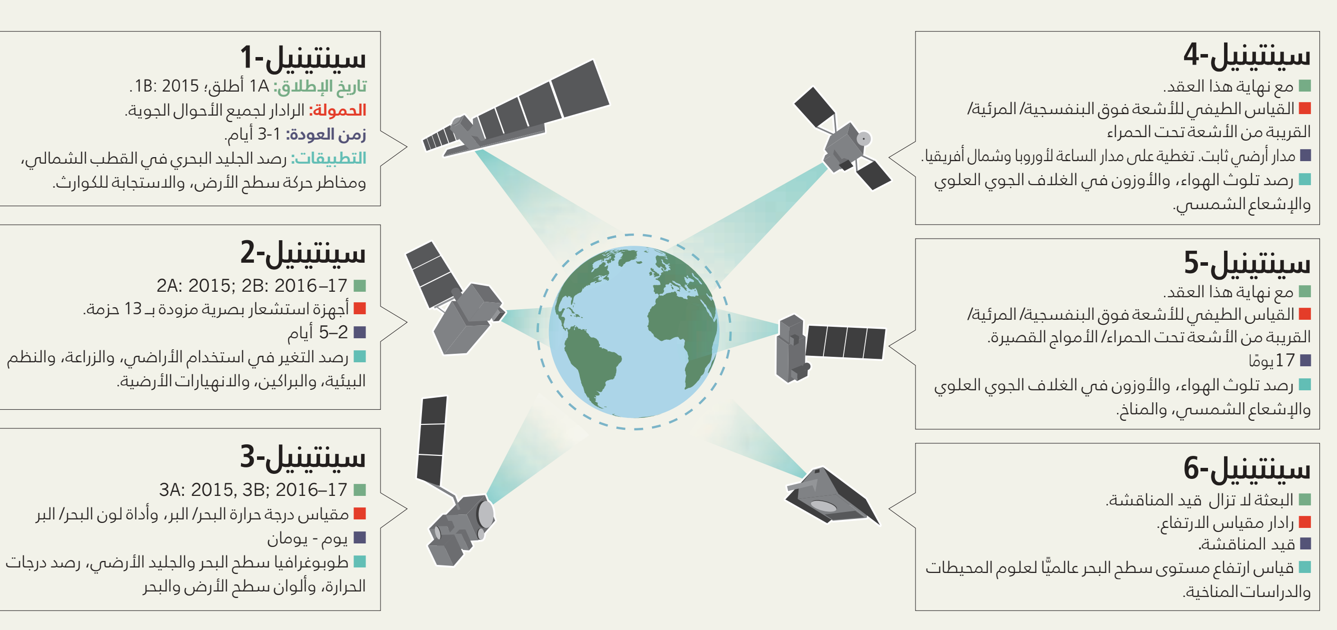
● كيف حَصّلت الأرض على صفائحها التكتونية go.nature.com/7l5d6y

بودكاست «نيتشر»

nature podcast

إغراق نهر كولورادو؛ الإسهام مع الفريق الحكومي للتغيير المناخي؛ وتناول الأميبا
nature.com/nature/podcast

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الفضاء

مراقبــة الأرض تدخل المــرحلة التاليــة

توقُّعاتٌ مرتفعة مع إطلاق القمر الصناعي الأوروبي الأول «سينتينيل».

ديكلان بتلر

أطلقت أوروبا أول قمر صناعي، وهو ما بَشَّرت به كأحد أكثر برامج رصد الأرض طموحًا من أي وقت مضى. ففي الثالث من إبريل الماضي، أُرسل صاروخ سيوز إلى المدار حاملًا معه المسبار (سينتينيل 1A)، وهي المركبة الأولى من كوكبة من ست عائلات من الأقمار الصناعية سينتينيل، المخطَّط إطلاقها بنهاية العقد الحالي. هذه الأقمار الصناعية ستوفر مع بعضها مراقبة غير مسبوقة وطويلة الأجل للبر والمياه والغلاف الجوي لكوكب الأرض.

ستكون الأقمار الصناعية «سينتينيل» البرنامج الأساسي في مشروع كوبرنيكوس، بتكلفة تصل إلى 8.4 مليار يورو (11.5 مليار دولار)، وبإدارة من قِبَل المفوضية الأوروبية. كما سيسهم مشروع كوبرنيكوس في رسم البيانات من حوالي 30 قمرًا صناعيًّا آخر، إضافةً إلى الطوافات المحيطة، ومحطات الأرصاد الجوية وشبكات رصد نوعية الهواء.

«إن الأقمار الصناعية سينتينيل وكوبرنيكوس لديها القدرة لأنْ تصبح النظام الأكثر شمولًا لرصد الأرض في العالم»، حسبما يقول زبينك مالينوفسكي، الذي يدرس الغطاء النباتي باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعْد في جامعة ولونجونج في أستراليا.

صُمِّم مشروع كوبرنيكوس من قِبَل الاتحاد الأوروبي ووكالة الفضاء الأوروبية (ESA)؛ وذلك لمساعدة الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي والمفوضية الأوروبية لتطوير السياسات البيئية ومراقبة النتائج. والبيانات المرصودة ستُستخدم لإنشاء خدمات توفر تطبيقات عملية هائلة، منها خرائط الجليد، وإدارة الزراعة، والتنبؤ بتغير المُناخ والاستجابة للكوارث. وتدور فكرة المشروع حول إنتاج صور وخرائط ونماذج في وقت قريب من حدوثها الفعلي، كما هو الحال في مراقبة الطقس، لكنْ للعديد من المتغيرات.

وخلافًا لمعظم بعثات رصد الأرض السابقة، سيتم استبدال الأقمار الصناعية «سينتينيل» بشكل منتظم كلما تَقَدَّم بها العمر، وهو ما سيساعد على توليد مجموعة من البيانات من خلال معايرة طويلة الأجل لمجموعة متنوعة من الصور والقياسات. تقول كاثي كليرباو، عالمة الغلاف الجوي في معهد لاتموس LATMOS لبحوث الفيزياء الفلكية والغلاف الجوي في باريس: «ليس من السهولة بمكان ربط سلسلة من البيانات، مثل قياسات الملوثات والغازات المسبِّبة للاحتباس الحراري والأوزون، عندما تكون لديك أدوات مختلفة، وفجوات بين البعثات».

إنّ البيانات ستكون مجانية ومتاحة لأيّ شخص يرغب في الوصول إليها، لكن الباحثين سيتمتعون بحالة المستخدِم الرسمي إلى جانب السلطات العامة، ومن ثم سيكون لهم امتياز الوصول، شاملًا المساعدة والدعم. يقول جوزيف أشباشر، رئيس مكتب مشروع كوبرنيكوس في وكالة الفضاء الأوربية: «العلماء هم الآن الأكثر استفادة في أوساط المستخدمين، ولن يُهْمَلوا كما كانوا في الماضي، عندما كان يتم التركيز على الجانب العملي أكثر. وأتوقع أن يكون العلماء المستخدمون (رقم واحد)».

والقمر الصناعي سينتينيل1A هو أحد قمرين صناعيين متطابقين؛ ومن المقرر أن يُطلق سينتينيل 1B بعد ثمانية عشر شهرًا، إذْ يحوي كل منهما نظام رادار يمكنه الرصد في الظلام ومن خلال السحب، بعكس الأجهزة البصرية الموجودة على عديد من الأقمار الصناعية، وهو ما سيسمح للأجهزة بالتصوير، حتى فوق المناطق الغائمة بشكل دائم، مثل الغابات الاستوائية. كما ستعمل جنبًا إلى جنب، مُخفّضةً وقت الدورة الكاملة للمرور على بقعة معينة من الأرض (التي تُعرف بزمن العودة)، وستمكن ـ على سبيل المثال ـ من التصوير السريع المتعاقب؛ لقياس تشوه الأرض الناجم عن الزلازل.

أمّا الأقمار الصناعية سينتينيل من 2 إلى 5، فستكون لديها أهداف مختلفة، من بينها أنها ستستخدم أجهزة الاستشعار البصرية، ومقاييس الإشعاع والطيف لقياس درجة حرارة أي شيء، من درجة حرارة البحر إلى تلوث الهواء. وإضافة إلى ذلك.. سوف يُطلق القمر الصناعي سينتينيل 5 الرائد في عام 2016 للحدّ من النقص في جمع بيانات الغلاف الجوي بعد فقدان القمر الصناعي الأوروبي (إنفيسات) Envisat في 2012. أما القمر سينتينيل 6، فهو مقياس للارتفاع الراداري الذي يمكنه قياس ارتفاعات مستوى سطح البحر، لكنه قيد المناقشة (انظر: «مراقبو السموات»).

هذه القياسات المتنوعة للعناصر الرئيسة للأنظمة الأرضية ستزيد من أهمية الأقمار الصناعية سينتينيل. يقول ريتشارد أنثيس، الرئيس الفخري للشركة الجامعية لأبحاث الغلاف الجوي في بولدر بولاية كولورادو: «المطلوب هو تركيبة متوازنة من أرصاد الأرض؛ لفَهْمها ومراقبتها كنظام مترابط».

سيكون سينتينيل 4 ـ على سبيل المثال ـ أحد أوّل ◄

الأقمار الصناعية التي تراقب ملوثات الغلاف الجوي من مدار أرضي ثابت، كما تذكر كليرباو، وهو أوّل من يزود بقياسات لمنطقة واحدة على مدار الساعة، وفي هذه الحالة هنا.. معظم أوروبا وشمال أفريقيا.

كما يحمل القمر الصناعي سينتينيل 2 المزوَّد بزوج من أجهزة التصوير ذات الدقة العالية، العديد من الاحتمالات المثيرة. وتُعَدّ مواصفات هذه الأقمار الصناعية أفضل من التي كان يملكها لاندسات 8، القمر الصناعي الأمريكي الرائد المخصَّص لرصد الأرض، إذْ تصل دقتها المكانية حتى 10 أمتار ـ وهي أعلى بثلاث مرات من لاندسات 8 ـ كما أن زمن العودة فيها أقصر من 2-3 أيام عند خطوط العرض الوسطى، وهو ما يتيح البحث في مجالات تتجدد بياناتها كل بضعة أيام، مثل تغيرات المحاصيل.

«إن القمر الصناعي سينتينيل2 قادر بالفعل أن يُغيِّر مشهد رصد الأرض»، كما يقول جريجوري أسنر، عالِم الأرض في معهد كارنيجي للعلوم، في ستانفورد، كاليفورنيا. ويتابع: «هذا القمر الصناعي يمكن أن يُحدث ثورة في رصد وتحليل بيانات الأراضي واستخدامها»

لقد ظل علماء سينتينيل 2 ولاندسات 8 يعملون معًا لجَعْل بياناتهم متوافقة، وتطوير محفوظاتهم المشتركة. إنه اختبار لمفهوم كوكبة الأقمار الصناعية الافتراضية. يقول مايك ولدر، العالِم في إدارة خدمة الغابات الكندية في فيكتوريا وعضو فريق لاندسات العلمي: «إن نتائج بيانات القمر الصناعي يمكن أن تتحسن بشكل كبير، خصوصًا عندما لا يقتصر الأمر على أجهزة الاستشعار الفردية، وإنما الجمع بين منصات متكاملة عبر وكالات الفضاء، وأجهزة الاستشعار».

إنّ التوافق ـ كما يقول مالينوفسكي ـ سيكون عاملًا رئيسًا ضمن أسطول سينتينيل. ويتابع بقوله: «إن القيمة العلمية لهذا الأسطول ستتضاعف، إذا أمكن جمع البيانات من مختلف المركبات؛ لصنع كوكبة افتراضية وعملية». ■

الاقتناص التفضيلي للجلوكوز من قبل الخلايا السرطانية يسمح بتصوير الأورام التي تبدو هنا في العمود الفقري.

CENTRE JEAN PERRIN, ISM/SPL

السرطان

السمات الأيضية تكشف عن أمل في علاج الأورام

تُظْهِر النتائج المبكرة لتجربة إكلينيكية أملًا لاستهداف المسارات البيوكيميائية ذات الصلة بالسرطان.

هايدي ليدفورد

يبدو أن (النَّهَم)، إحدى خطايا السرطان القاتلة، هو أحد نقاط ضعفه الرئيسة.

تُطوِّع الخلايا السرطانية مساراتٍ أيضية غير عادية للحصول على الطاقة ولَبِنات البناء الجزيئية التي تحتاج إليها من أجل تكاثرها المحموم. وقد حاولت عدة أدوية محتملة الاستفادة من هذا النَّهَم. وتشير النتائج الأولية لدواء مُستهدَف وراثيًّا، كُشِف عنها النقاب في الأسبوع الثاني من إبريل الماضي في الاجتماع السنوي للجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان في سان دييجو، كاليفورنيا، إلى أن هذا النهج قد يكون مُجديًا.

«لقد وصل هذا المجال إلى نقطة تحوّل»، وفق ما ذكره ألمُت شولز، الباحث في مجال السرطان في جامعة فورتسبورج بألمانيا.

في بعض النواحي، تعيد النتائج أبحاث السرطان إلى جذورها مرة أخرى. ولمدة كبيرة من القرن العشرين، كان السرطان يعتبر مرضًا أيضِيًّا، وهي فكرة ظهرت في العشرينات من القرن الماضي، عندما أظهر عالِم الكيمياء الحيوية الألماني أوتو فاربورج أن للخلايا السرطانية شهيّة فائقة للجلوكوز. يتحلل الجلوكوز، مُعطيًا طاقةً على شكل أدينوزين ثلاثي الفُوسفات (ATP)، يُنتَج في ميتوكوندريا الخلية، إضافة إلى مكونات من الأحماض الأمينية والدهون وغيرها من المركبات الضرورية لبناء خلايا جديدة.

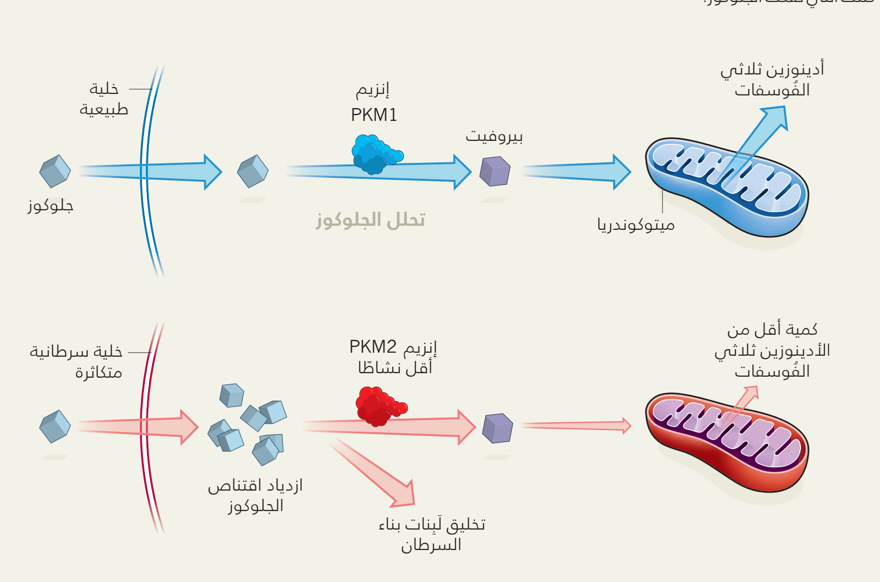
هذه الظاهرة، التي يُطلق عليها اسم تأثير فاربورج، أدّت بسرعة إلى استنباط تقنيات تصوير الأورام، من خلال تتبع جزيئات الجلوكوز الموسومة بالإشعاع المقتنَص من قِبَل الخلايا السرطانية. كما اقترحت أيضًا مسارًا يوصل إلى العلاجات الجديدة، استنادًا إلى نيسيم هاي، عالِم الأحياء المتخصّص في السرطان بجامعة إلينوي في شيكاغو، الذي يقول: «إذا تمكّنّا من الكشف عن الخلايا السرطانية بشكل انتقائي، فلماذا لا يمكننا استهدافها انتقائيًّا؟»

في سبعينات القرن العشرين، أدّى اكتشاف الشذوذ الكروموزومي والطفرات المسببة للسرطان إلى نقل التركيز إلى الأصول الوراثية للمرض. واعتُبر الأيض السرطاني الغريب أثرًا، وليس سببًا، وهَمَّش الباحثون دراسته إلى حدٍّ كبير، لكنهم أدركوا ـ على مدى العقد الماضي ـ أن الطفرات تُغيِّر عددًا قليلًا من النظم الأيضية الرئيسة التي يستمد منها السرطان طاقته. هذه المسارات الأيضية هي أهداف محتمَلة للأدوية. يقول ماثيو فاندر هايدن، باحث السرطان في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج: «كانت هذه بمثابة دعوة للاستيقاظ».

انبثق العمل الإكلينيكي الذي أُعلن عنه في الاجتماع من هدفين وُصِفا في عام 2009 من قِبَل باحثين يعملون لصالح «أجيوس فارماسيوتكلز Agios Pharmaceuticals»، التي تتخذ من كمبريدج مقرًّا لها. وأشار فريق البحث إلى تأثير طفرات الجينات التي تُدعى IDH1 وIDH2، التي سبق ربطها ببعض أشكال سرطان الدم، وسرطان الدماغ.

تقوم الجينات بترميز الإنزيمات التي تعمل في مسارٍ أيضي منتِج للطاقة، يُدعى دورة حمض الستريك. وجد فريق أجيوس أن الطفرات أدّت إلى ارتفاع غير عادي في إنتاج مركّب معزّز للسرطان، يُدعى 2- هيدروكسي جلوتارات (L. Dang *et al*. *Nature* **462**, 739–744; 2009). هذا المركّب، الذي يُنتَج

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



بمستويات منخفضة فقط في الخلايا الطبيعية، يسمح لخلايا السرطان بالتكاثر عن طريق الحفاظ عليها في حالةٍ من عدم النضوج.

الاستجابة العلاجيّة

في يوم 6 إبريل الماضي، أبلغت أجيوس عن أول نتائج التجربة الإكلينيكية لعقار صُمم لكبح إنزيم IDH2 الطافر. كانت التجربة صغيرة، شملت عشرة من المرضى المصابين بسرطان الدم النخاعي الحاد مع طفرات IDH2. استُبْعِدَ ثلاثة مرضى من التجربة بعد إصابتهم بالعدوى، وهي إحدى العواقب الشائعة في الحالات المتقدمة من سرطان الدم، لكن من بين المرضى السبعة المتبقين، استجاب ستة للعلاج. وقضى العقار الذي أطلق عليه اسم AG- 221، على الخلايا السرطانية لدى خمسة منهم.

النتائج مشجعة، كما يقول جون بيرد، مدير مركز أمراض الدم في مركز ويكسنر الطبي التابع لجامعة ولاية أوهايو في كولومبوس، الذي لم يشارك في الدراسة. وقد لاحظ أن المرضى المشاركين في التجربة كانوا شديدي المرض، وكانوا قد خضعوا بالفعل لعلاجات متعددة، «هذا أمر مثير للإعجاب جدًّا»، كما يقول.

استمر المرضى في تناول الدواء لمدة خمسة أشهر أو أقل، لذا فمن السابق لأوانه القول كم ستستمر تأثيراته، استنادًا إلى ديفيد شنكاين، الرئيس التنفيذي في أجيوس. سرعان ما تصبح الأورام مقاومة للعديد من الأدوية التي تستهدف طفرة سرطانية واحدة، والمسارات الأيضية تتكيّف بشكلٍ ملحوظ، حسب ملاحظة نافديب شاندل، عالم الكيمياء الحيوية للميتوكوندريا في جامعة نورث ويسترن في شيكاغو، الذي يضيف: «إذا كانت خلية ما بحاجةٍ إلى بعض المواد الأيضية لكي تنمو، فستجد وسيلة للحصول عليها».

«انها بيولوجيا مثيرة للاهتمام أُهملت لأكثر من 30 عامًا».

أخذت الأدوية الأخرى التي تعتمد على الأيض الغريب للخلايا السرطانية تشق طريقها نحو العيادة. ففي فبراير الماضي، أطلقت «كاليثيرا بيوسينسز» Calithera BioSciences من جنوب سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، تجربتين على عقار يستفيد من مَيْل بعض الخلايا السرطانية لامتصاص كميات هائلة من الحمض الأميني الجلوتامين، والذي تستعمله لصنع البروتينات وكوقود لدورة حمض الستريك. وقد أنتجت الشركة عقارًا يُثبِّط عمل الجلوتامينيز، الإنزيم الذي يُحوِّل الجلوتامين إلى جلوتامات، وهي خطوة رئيسية في الدورة. ويكمن الأمل، حسب قول سوزان مولينو، الرئيس التنفيذي في كاليثيرا، بسبب اعتماد الخلايا السرطانية القوي على الجلوتامين، مما يمكّن من معرفة تركيزات المُثبّط التي تستطيع إيقاف النمو السرطاني دون إلحاق ضرر بالخلايا السليمة.

لكن العثور على تلك البقعة الجيدة يمثل تحديًّا، وذلك لأن الشذوذات الأيضية المرتبطة بالسرطان توجَد أحيانًا في الخلايا الطبيعية التي تحتاج إلى التكاثر بسرعة، مثل الخلايا المناعية. وقد تمكّنت أجيوس من تجاوز هذه العقبة من خلال استهداف شكل غير طبيعي من أنزيم IDH2 المرتبط بالسرطان.

لغز الإنزيم

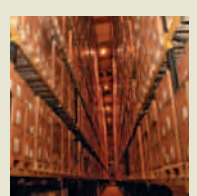
لم تتمكّن المناهج الأخرى من الاستفادة من هدفٍ واضح كهذا، ولذا واجهت صعوبات. درست عدة شركاتٍ، ومن ضمنها أجيوس، الإنزيم الذي يحمل اسم بيروفيت كينيز والذي يساعد على تحليل الجلوكوز بموجب تأثير فاربورج. تُنتج معظم الخلايا الطبيعية شكلًا من إنزيم يدعى PKM1، لكن الخلايا السرطانية تميل لتفضيل نموذج أقل نشاطًا، هو PKM2. هذا النمط يشير إلى أن عقارًا يكبح PKM2 قد يتمكن من وقف نمو السرطان.

لكن فاندر هايدن وزملاؤه وجدوا أن الأورام نمت بشكلٍ أسرع، لا أبطأ، لدى الفئران التي افتقرت إلى إنزيم PKM2 (W. J. Israelsen *et al*. *Cell* **155**, 397– 409; 2013). ولتفسير هذه النتيجة الغريبة، افترض الباحثون أن تضاعف الخلايا السرطانية قد يُفضِّل الشكل الأقل نشاطا من إنزيم PKM2- أو حتى الخالي من بيروفيت كينيز تمامًا- لأنه يسمح بتوجيه منتجات تُفكك الجلوكوز إلى مسارات تولّد جزيئات لازمة لبناء خلايا سرطانية جديدة (انظر ʼالجوع للطاقةʻ). على الرغم من أن هذا سيؤدي إلى كمية أقل من الأدينوزين ثلاثي الفُوسفات المتولدة عن تحلّل جزيء واحد من الجلوكوز، إلا أن الخلايا تتمكن من تعويض هذا النقص عن طريق تناول المزيد من الجلوكوز. هذه النتائج تلقي بعض ظلال الشك على اعتبار إنزيم PKM2 هدفًا للدواء. «في بادئ الأمر، كان الناس متحمسين جدًّا لإنزيم PKM2»، حسب قول هاي. «ولكن اتضح فيما بعد أن المسألة أكثر تعقيدًا مما كان متوقعًا».

على الرغم من سعادة تشاندل باحتلال أبحاث أيض السرطان لمركز الساحة، إلا أنه يعتقد أن الآمال المعقودة على الأدوية المستندة إلى البحوث قد تكون عالية جدًّا – وأن معظم المحاولات لن تنجح. ومع ذلك، يتابع، يجب أن يؤدي الحماس إلى فهم أفضل لعمليات الأيض في الخلايا السليمة والمريضة على حدٍّ سواء. «هذه فترة مناسبة لدراسة الأيض»، كما يضيف. «إنها بيولوجيا مثيرة للاهتمام أُهملت لأكثر من 30 عامًا». ■

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة



- تقارير تَصِف تخزين العقار تاميفلو على أنه هَدْر go.nature.com/m3glux

أخبار أخرى

- العصور السحيقة من المريخ كانت باردة لدرجة لا تسمح باستمرار وجود مياه سائلة go.nature.com/sg3ijf
- بيض الديك الرومي يحوي جزيئات نانوية مضادة للبكتيريا go.nature.com/soymor
- كشفت تجربة IceCube عن أجسام نيوترينوية جديدة عالية الطاقة go.nature.com/h1sk8u

بودكاست «نيتشر»



طاقة مستدامة للجميع/ البويضة تتلقّى الحيوان المنوي/ التنوع البيولوجي لجزيرة nature.com/nature/podcast



CHAIWAT SUBPRASOM/REUTERS/CORBIS

تقدم العديد من الشركات حول العالم علاجات بالخلايا الجذعية لمرضى القلب.

أدوية

شكوك حـول العـلاج بخـلايا القلب الجـذعية

دراسة تطرح أسئلة حول المراحل المبكرة من تجارب علاج أمراض القلب.

أليسون أبوت

أثار تحليل الدراسات الإكلينيكية التي تستخدم الخلايا الجذعية للبالغين لعلاج أمراض القلب أسئلة حول قيمة العلاج الذي يعتبره الكثيرون مبَالغًا فيه بشكلٍ غير مناسب.

كانت المراحل المبكرة من التجارب الإكلينيكية قد ذكرت أن الخلايا الجذعية البالغة فعّالة في علاج النوبات القلبية وفشل القلب، وتحركت شركات عديدة بسرعة للاستفادة من هذه السوق التي تبدو مربحة، لكن دراسة شاملة بحثت في النتائج المتضاربة للتجارب التي تتحرّى العلاجات التي تستخدم الخلايا الجذعية الخاصة بالمرضى، ونُشرت الأسبوع الأول من شهر مايو الماضي في دورية BMJ (المرجع 1)، وجدت أن التجارب وحدها التي اشتملت على عيوب، كأخطاء في التصميم أو الإبلاغ عن النتائج، هي التي أظهرت نتائج إيجابية. أما التجارب الخالية من الأخطاء، فلم تُظهر أي فائدة على الإطلاق.

يأتي النشر مُواكبًا لطلب تقدمت به تجربتان إكلينيكيتان كبيرتان مُصمَّمتان لاختبار الفعالية النهائية للعلاج ويهدف لاستدراج مشاركة الآلاف من المرضى.

إن البحث الذي نشرته دورية BMJ «ذو أهمية لأن النهج العلاجي يجري تسويقه تُجاريًّا بالفعل»، كما يجادل باحث الخلايا الجذعية باولو بيانكو في جامعة سابينزا في روما. «يمكن للتجارب غير المكتملة أن تخلق آمالًا غير واقعية للمرضى، وتحوّل موارد التمويل عن الدراسات الأساسية التي نحتاجها لتصميم علاجات أكثر مُلاءَمة».

تنطوي العلاجات التي تَستخدم الخلايا الجذعية البالغة عادة على جمع الخلايا الجذعية المتوسطيّة من نخاع العظام المأخوذ من عظم الورك للمريض، ثم يُعاد حقن الخلايا مرة أخرى في المريض، للمساعدة في إصلاح الأنسجة التالفة. وقد رُفِضَت الادعاءات الأصلية بأنها قد تمايزت إلى خلايا بديلة[2]، ويعتقد عديد من الأطباء الآن أنَّ الخلايا تعمل عن طريق إطلاق جزيئات تسبب الالتهاب، مع نمو مُرَافِق للأوعية الدموية الصغيرة التي تُقدم الأكسجين، في الأنسجة التالفة.

انبثق عن هذا النهج تسويق تجاري دولي لأشكال مختلفة من العلاج، وبدأت الشركات بعرض علاجات لاضطرابات تتراوح ما بين داء باركنسون وفشل القلب، لكن فعالية هذه العلاجات لا تزال دون إثبات.

وقد فحصت الدراسة التي أجرتها دورية BMJ، والتي قادها طبيب القلب داريل فرانسيس في إمبريال كوليدج لندن، 133 تقريرًا من 49 تجربة إكلينيكية عشوائية كانت قد نُشِرت حتى شهر إبريل من العام الماضي، وانطوت على علاج المرضى الذين أصيبوا بأزمة قلبية أو فشل القلب. وشملت جميع الدراسات العشوائية المتاحة، وبحثت عن التناقضات في التصميم، والمنهجية والإبلاغ عن النتائج.

وقد حدّد فريق فرانسيس أكثر من 600 تناقض، بما فيها الإدعاءات المتناقضة عن طريقة الاختيار العشوائي للمرضى، وتضارب البيانات بين الأشكال والجداول، والنتائج المستحيلة إحصائيًّا. ووجدوا أيضا أبحاثًا تُدرج نفس المرضى كذكور وأناث، ومرضى تم الإبلاغ عن وفاتهم، ومع ذلك يبدون كأنهم مستمرين في حضور الاختبارات والإبلاغ عن حدوث أعراض. ولم تُشِر الدراسة إلى أي خطأ وُجِد بالفعل وأدى بالضرورة إلى التأثير على نتائج التجربة.

تشير ملاحظة وُضعت بعد مراجعة البحث إلى أن أربعًا من الدراسات التي خضعت للتحليل، كانت ذات صلة بالتجارب المؤثرة التي أجريت بين عامي 2005 و2010 من قبل طبيب القلب بودو – إيكهارد سترورَ، المتقاعد الآن. ويخضع عمله الآن للتحقيق من قبل النيابة العامة بعد أن وجدت الجهة التي كان يعمل فيها سابقًا، وهي جامعة دوسلدورف في ألمانيا، أدلة على سوء السلوك العلمي.

تشير المذكرة أيضا إلى دراسة تدعى سكيبيو SCIPIO تنطوي على مصدر آخر للخلايا الجذعية – يُزعَم أنها خلايا جذعية قلبية متخصصة مُستخلصة من الشريان الأورطي للمريض – وكانت موضع تساؤل مؤخرًا. أظهرت دراسة SCIPIO التي نُشرت في دورية ذا لانسيت عام 2011 وقادها بييرو أنفيرسا من جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس، نتائج مشجعة لاستخدام هذه الخلايا في المرضى الذين يعانون من فشل القلب[3]. لكن جامعة هارفارد تتحرى الآن سلامة بعض البيانات، كما عمدت دورية ذا لانسيت إلى نشر 'تعبير عن قلق' غير محدّد يتعلق بالبحث في 12 إبريل.

تأتي دراسة BMJ كمرحلة ثالثة من تجربتين إكلينيتين رئيستين عالميتين، صُممتا لاختبار الفعالية القطعية، وبدأت باستدراج المرضى للمشاركة. بدأت شركة كارديو3 بيوساينسز Cardio3 BioSciences، ومقرها في مون سان جيبير في بلجيكا، بإدراج 480 من المرضى الذين يعانون من فشل القلب في تجارب موازية للعلاج بالخلايا الجذعية 'C-Cure' – وهو مستحضر من الخلايا الجذعية المعاملة بشكل خاص والتي يُزعم أنها قادرة على التطور إلى خلايا قلبية. وتقوم المفوضية الأوروبية برعاية تجربة أوروبية شاملة بكلفة 5.9 مليون يورو (8.2 مليون دولار أمريكي)، تدعى بامي BAMI، تختبر الخلايا الجذعية المشتقة من المريض والمعَدّة وفقًا لبروتوكول موَحّد. وهي تسعى لاستدراج مشاركة 3000 مريض ممن أصيبوا مؤخّرًا بنوبة قلبية. ويقول الباحث الرئيس للدراستين إن العلاج أثبت أمانه، وقد يكون فعالًا.

ورغم ذلك.. فقد أثيرت تساؤلات بشأن تجربة سابقة على C-Cure. في يونيو الماضي، بعد مرور ثلاثة أشهر على إنهاء دراسة فرانسيس، وقد نشرت دورية الكلية الامريكية لأمراض القلب (JACC) المرحلة المبكرة من تجربة C-Cure، والتي وَجَدت «مؤشرات ذات فائدة في فشل القلب المزمن»[4]. قام فريق فرانسيس بتحليلها بشكل منفصل وحدّد عشرات التناقضات المماثلة لتلك التي وُجدت في دراسة BMJ. ثم أرسل التفاصيل لـ JACC، لكنه زعم أن مؤلفي البحث لم يجيبوا على بعض من مخاوفه الأكثر أهمية: حول التغير الواضح في «نقطة الانتهاء الأولية» للدراسة مثلا، الهدف الرئيسي للدراسة، وعدم التناسق الواضح بين بيانات المريض وملخّص النتائج.

«لديَّ الكثير من الأمل في الطب التجدّدي، لكن نتائجنا تملأني بالخوف».

يُنكِر المؤلّف المشارك أندريه تيرزك، طبيب القلب في مايو كلينيك في روشستر بولاية مينيسوتا، أن مخاوف فرانسيس لم تناقش ويؤكد أن النتائج التي توصلت إليها مجموعته قد خضعت للتحكيم العلمي. ويضيف أن قرار إسقاط نقطة الانتهاء الأولية – وهي قياس قوة ضربات القلب عن طريق رصد حركة المقتفَيات المشعة عبر القلب – اتُّخِذَ بناءً على نصيحة اللجنة التوجيهية للدراسة، التي رأت أن فعالية كهذه بحاجة إلى تقييم في المرحلة الثالثة فقط من التجربة. والآن أُعطِيَ الإذن بإجراء المرحلة الثالثة المبرمجة من التجربة من

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قِبَل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية والوكالة الأوروبية للأدوية، حسب قول تيرزك.

وليَم واينز المؤلف المشارك الآخر لبحث JACC، من مركز آلست للقلب والأوعية الدموية في بلجيكا، وهو عضو في مجلس كارديو3 بيوساينسز، أبلغ «نيتشر» أنه «واثق في دعم العلم للتكنولوجيا وفي بيانات التجربة الإكلينيكية C-CURE». وبعد أسابيع قليلة من نشر JACC، أعلنت كارديو3 بيوساينسز أنها قد خصصت مبلغ 23 مليون يورو للمرحلة الثالثة من التجربة كأسهم للاكتتاب.

يقول أنتوني ماثُر الباحث الرئيسي بمشروع بامي، من جامعة كوين ماري في لندن، إنه يريد أن يوضح بشكل قاطع ما إذا كان هناك أمل في العلاج. ويضيف أن التجربة بُنيت استنادا إلى «إشارة واضحة للفعالية» من بعض المراحل المبكرة للتجارب التي تستخدم بروتوكولًا موّحدًا متاحًا للجمهور.

تقول كريستين مَمَري، الباحثة في الخلايا الجذعية للقلب في المركز الطبي لجامعة لايدن في هولندا، إن حقن خلايا نخاع العظم يسبب الالتهاب ونمو الأوعية الدموية الصغيرة التي قد تحدّ من الضرر الفوري أثناء نوبة قلبية لاحقة. « لكن من غير الواضح ما إذا كان هذا سيساعد على الشفاء طويل الأمد للقلب، كما أنه لا يوفّر آلية للتحسّن في حالة فشل القلب»، كما تتابع.

وحتى من دون نشر أدلة قوية عن الفعالية، تقوم شركات عديدة بعرض علاجات تجارية متنوعة بالخلايا الجذعية المتوسطيّة لمرضى القلب. فمثلا، يستخدم مركز أوكيانوس للقلب في فريبورت، بجزر البهاما، الخلايا الجذعية المتوسطيّة المشتقة من أنسجة المريض الدهنية. لم يكن هوارد والبول، كبير الأطباء المسؤولين موجودًا ليعلّق على الأمر، ولكنه كتب على موقع الشركة على الانترنت: «إننا نؤمن بقوة في العلم وبالنتائج التي رأيناها في العلاج بالخلايا الجذعية البالغة لمرض الشريان التاجي». ويتابع أن العديد من مرضى القلب «لا يملكون ترف الانتظار عدة سنوات لاستكمال الأبحاث المستفيضة».

تستخدم شركة كارديو سيل CardioCell، التي تتخذ من سان دييجو، كاليفورنيا مقرًّا لها، مستحضرها الخاص الموحّد من الخلايا الجذعية المتوسطيّة بدلًا من خلايا المريض نفسه. يقول سيرجي سيكورا رئيس الشركة ومؤسسها المشارك، إن المستحضر يستند إلى طريقة تم تطويرها في معهد البحوث في موسكو حيث يتم الاحتفاظ بالخلايا الجذعية في وسط منخفض الأكسجين لصقل قدرتها على تحفيز نمو الأوعية الدموية الجديدة. وقد منحت كارديو سيل أيضا ترخيص التكنولوجيا لشركة تدعى ألتاكو Altaco في أستانا، كازاخستان. يقول سيكورا إن كارديو سيل لا تُقدم حاليا العلاج خارج أطر المراحل المبكرة من تجاربها على النوبات القلبية وأحد أنواع فشل القلب في الولايات المتحدة، لكن ألتاكو بدأت المرحلة الثالثة من تجربة للنوبة القلبية.

يرغب فرانسيس في رؤية المزيد من الأدلة على فعالية العلاجات، قبل أن يتم استغلالها. «لديّ الكثير من الأمل بالطب التجدّدي، لكن نتائجنا تملؤني بالخوف»، حسب قوله، ويتابع.. «عندما تأتي المزايا الإكلينيكية الحتمية، فقد يتم تجاهلها لأن الخمسة عشر عامًا من البيانات غير الموثوق بها ستكون قد أدت إلى الإضرار بالمصداقية». ■

1. Nowbar, A. N. *et al. Br. Med. J.* **348,** g2688 (2014).
2. Laflamme, M. A. & Murry, C. E. *Nature* **473,** 426–335 (2011).
3. Bolli, R. *et al. Lancet* **378,** 1847–1857 (2011).
4. Bartunek, J. *et al. J. Am. Coll. Cardiol.* **61,** 2329–2338 (2013).

الفيزياء

الاتصــالات الكميّــة تقفز خــارج المختبــر

تبدأ الصين في عمل تجربة واقعية لشبكة اتصالات فائقة الأمان، تُرسِل بنجاح مفاتيح وبيانات كمية.

جان تشيو

إن الأمن السيبري Cybersecurity هو خطوة تقربنا من تحقيق حلم إرسال البيانات بشكل آمن عبر مسافات طويلة باستخدام فيزياء الكم، ومؤخرًا حُفزت باثنين من التطورات الأخيرة.

في الأسبوع الأخير من إبريل الماضي، بدأت الصين في تركيب أطول شبكة اتصالات كمية في العالم، تتضمن ارتباط 2000 كيلومتر بين بكين وشنجهاي. وقد أعلنت دراسة مشتركة من قبل شركات توشيبا، وبريتيش تيليكوم BT وأدفا ADVA، مع مختبر الفيزياء الوطني البريطاني في تيدينجتون، عن تقارير «مُشجِّعة» تناولت نتائج تجربة ميدانية لشبكة اتصالات كمية، وهو ما يشير إلى أن الاتصالات الكمية يمكن أن تكون مُجدية باستخدام البنية التحتية الموجودة من الألياف الضوئية.

تعتمد أنظمة تشفير البيانات التقليدية على تبادل ‹مفتاح› سري - في ثنائي يتكون من رقمي صفر وواحد لتشفير وفك تشفير المعلومات، لكن يمكن تقويض أمن قناة الاتصال هذه، إذا ما استطاع هاكر «التنصت» على هذا المفتاح أثناء الإرسال. تستخدم الاتصالات الكمية تقنية تُسمى التوزيع الكمي المُشفّر Quantum key distribution (QKD)، وهو بروتوكول يستغل الخصائص دون الذرية للفوتونات لكي «تزيل الحلقة الأضعف في النظام الحالي»، كما يقول جريوا ريبوردي، الشريك المؤسس والرئيس التنفيذي لشركة التشفير الكمية آي دي كوانتيك ID Quantique ، في جنيف، سويسرا.

> «تدفع الإنجازات التكنولوجية حدود المسافة التي يمكن خلالها إرسال إشارات كمية»

هذا الأسلوب يسمح للمُستخدم بإرسال نبضة من الفوتونات التي يتم وضعها في حالات كمية محددة، والتي تميز مفتاح التشفير. إذا حاول أي شخص اعتراض المفتاح، فإن فعل التنصت يُغير الحالة الكمية جوهريًّا؛ ومن ثم يُنبه المستخدمين إلى أن هناك محاولة خرق أمني. والمبادرة الصينية ذات المائة مليون دولار، والنظام الذي تم اختباره في الدراسة الأخيرة يستخدمان تقنية التوزيع الكمي المُشفّر.

الشبكة الصينية للاتصالات «لن تقدم فقط أعلى مستوى من الحماية للبيانات المالية والحكومة، لكنها توفر أيضا بيئة اختبارية لنظريات الكم والتكنولوجيات الجديدة»، كما يقول جيان-واي بان، وهو فيزيائي كَمِّي في جامعة الصين للعلوم والتكنولوجيا في هيفاي، ويقود المشروع الصيني.

ويأمل بان في اختبار تلك الأفكار باستخدام الشبكة، جَنبًا إلى جنبٍ مع قمر صناعي كمي، يخطط فريقه لإطلاقه العام المقبل (انظر: *Nature* **492**, 22–25; 2012). كما يقول، يمكن لتلك التكنولوجيات معًا إجراء اختبارات أخرى لنظريات الكم الأساسية على المقاييس الكبيرة (حوالي 2000 كم)، مثل اللاامكانية الكمية، وهي كما يفسرها بان، تَغير الحالة الكمية لجسيم ما، قد تؤثر على حالة جسيم آخر، حتى لو كانا متباعدين.

إن إرسال فوتونات أحادية (ذات تردد واحد) لمسافات طويلة هو أحد أكبر المشكلات في تقنية التوزيع الكمي المُشفّر لأن الألياف الضوئية تميل إلى امتصاصها، مما يجعل مفاتيحها صعبة الكشف عند المُستقبِل.

هذا «تحد كبير للكواشف التقليدية»، كما يقول هوي كوونج لو، وهو فيزيائي كمي في جامعة تورونتو في كندا، لكن الإنجازات التكنولوجية في السنوات الأخيرة أدت إلى خفض كبير في مستوى الضجيج في أجهزة الكواشف، مع زيادة كفاءتها في الكشف عن الفوتونات من 15% فقط إلى 50%.

كما تم إجراء تحسينات واسعة في المعدل الذي يمكن للكواشف أن ’تعدّه‘ من نبضات الفوتون – ويعتبر ذلك شيئًا أَساسِيًّا في تحديد المعدل الذي يمكن أن تُرسَل به مفاتيح كمية، ومن ثم تحديد سرعة الشبكة. وكما يقول لو، فقد تم زيادة معدلات العد إلى 1000 ضعف، أي إلى حوالي 2 جيجاهيرتز.

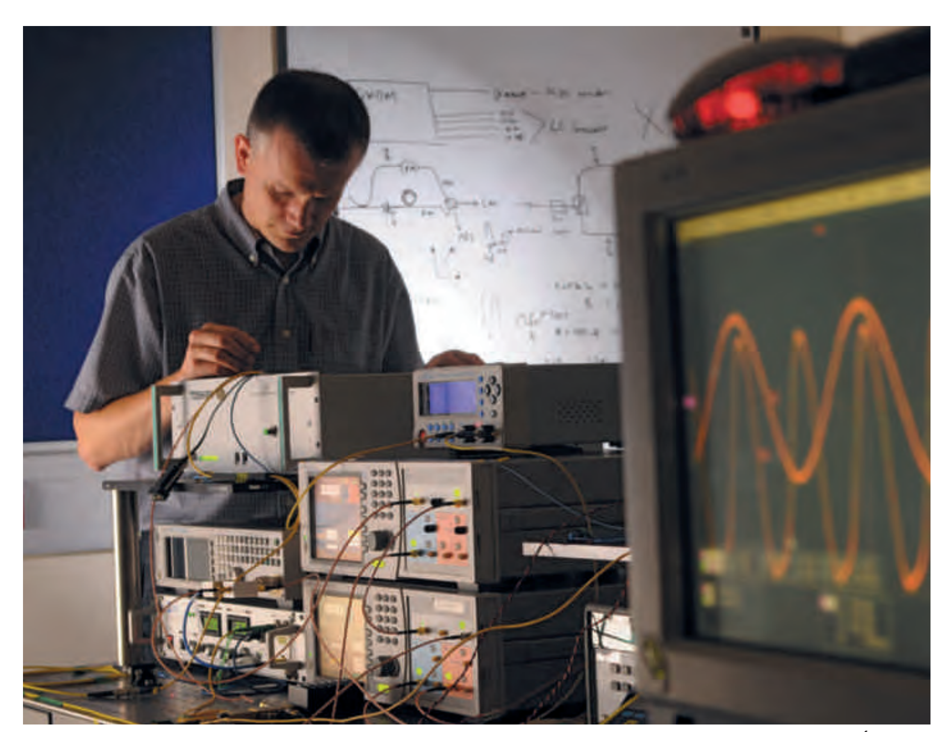
تدفع الإنجازات التكنولوجية حدود المسافة التي يمكن خلالها إرسال إشارات كمية. أُرسلت تجارب باستخدام ’ألياف مُعتمة‘ - ألياف ضوئية أفصحت عنها شركات الاتصالات، ولكنها لم تُستخدم بعد - إشارات كمية تصل إلى 100 كيلومتر، كما يقول دون هايفورد، وهو باحث في باتيل، وهي شركة تنمية تكنولوجية مقرها في كولومبوس، أوهايو.

للذهاب أبعد من ذلك، فإن الإشارات الكمية يجب أن تُنقل عند ‹نقاط العقدة› – ستتطلب شبكات الكَم بين بكين وشنجهاي، على سبيل المثال، 32 عقدة. ولنقل الفوتونات عبر مسافات أطول دون استخدام العقد يتطلب ذلك استخدام القمر الصناعي.

ليست الصين وحدها في مساعيها لاستخدام الاتصالات الكمية. فهناك فريق بقيادة هايفورد، جَنبًا إلى جنبٍ مع شركة آي دي كوانتيك، بدأ بتركيب وصلة بطول 650 كيلومترًا بين المقرات الرئيسة في باتيل ومكاتبها في واشنطن العاصمة. والمشاركة تمتد أيضًا للتخطيط لشبكة تربط ◄

تصحيح

في المقال الافتتاحي «التدهور الطبيعي» (*Nature* **508**, 7–8; 2014) ـ المنشور في عدد مايو الماضي من «نيتشر» الطبعة العربية ـ كان يجب التنويه إلى أنّ جوشوا توكسبيري هو مدير «معهد لوك هوفمان» بمجموعة التمويل العالمي للطبيعة (WWF) في جلاند بسويسرا.


TOSHIBA RESEARCH EUROPE

مهندس أندرو شارب يعمل على نظام توشيبا للتوزيع الكمي المُشفّر في كمبريدج، المملكة المتحدة.

◀ المدن الرئيسة في الولايات المتحدة، والتي يمكن أن تتجاوز 10,000 كيلومتر، كما يقول هايفورد، على الرغم من أنه لم يتم تأمين التمويل اللازم لذلك بعد.

سوف تستخدم الشبكات الصينية والأمريكية على حد سواء ألياف ضوئية مُعتمة لإرسال مفاتيح كمية، لكن هذه الألياف «ليست دائمًا متوفرة، ويمكن أن تكون مكلّفة للغاية»، هكذا يقول أندرو شيلدز، وهو فيزيائي كَمي يعمل في أبحاث توشيبا أوروبا في كمبريدج، المملكة المتحدة. طريقة واحدة لتجنب هذه المشكلة هي تحميل تيارات الفوتون على ألياف ضوئية «مضاءة» كالتي تنقل بيانات الاتصالات التقليدية. ومع ذلك، فإن تدفق البيانات التقليدية عادة ما يكون حوالي مليون مرة أقوى من التيارات الكمية، مما سيؤدي إلى عدم ظهورها.

في النتائج التي أُعلنت في الأسبوع الأخير من شهر إبريل الماضي، نجح شيلدز وزملاؤه في تحقيق انتقال مستقر وآمن للعديد من التوزيعات الكمية المُشَفَّرة على طول ألياف ضوئية مضاءة عاملة بين محطتين من شركة الاتصالات البريطانية بي تي، على بعد 26 كيلومترًا عن بعضها البعض، حيث تم إرسال المفاتيح الكمية على مدى عدة أسابيع بمعدل مرتفع إلى جانب أربع قنوات للبيانات التقليدية القوية على نفس الألياف الضوئية.

ومن ثم، فالبحث يُستَكمَل مُستعينًا بالأعمال السابقة التي قام بها شيلدز وفريقه في تطوير تقنية الكشف عن الإشارات الكمية المُرسَلة إلى جانب بيانات تقليدية ضجيجية في ألياف ضوئية بطول 90 كيلومترًا، لكن في ظروف معملية مُتحكم بها (K. A. Patel *et al*. *Phys*. *Rev*. *X* **2**, 041010; 2012).

يستطرد شيلدز قائلًا: «إن تنفيذ تقنية التوزيع الكمي المشفر في ‹العالم الواقعي› هو تحدٍّ أكبر بكثيرٍ مما عليه في بيئة نستطيع التحكم بها في المعمل، وذلك بسبب التقلبات البيئية والفقدان الكبير في الألياف الضوئية».

إنّ المفاتيح الكمية في الدراسة الأخيرة تم إرسالها جَنبًا إلى جنبٍ مع بيانات تقليدية تتحرك بسرعة 40 جيجابايت في الثانية. ويضيف شيلدز: «على حد علمي، هذا هو أعلى معدل نقل بيانات يتضمن التوزيع الكمي المشفر حتى الآن».

وبناءً على حساباته فإنه من الممكن إرسال إشارات التوزيع الكمي المشفر خلال 40 قناة بيانات تقليدية. عادة ما تحمل الألياف الضوئية ما بين 40 و160 قناة اتصال، وهذا يعني أن الاتصالات الكمية يمكن تنفيذها خلال البنية التحتية القائمة من الألياف الضوئية.

يقول لو: «أجد ذلك قطعة رائعة من العمل الذي يدل على مزج الإشارات الكلاسيكية القوية مع الإشارات الكمية في الألياف الضوئية نفسها لأول مرة» في تجربة ميدانية. إن إزالة الحاجة للألياف المعتمة، كما يقول، هو خطوة مهمة في إظهار أن التوزيع الكمي المشفر لديه القدرة على أن يُستَخدم في «الحياة الواقعية». ■

علم الأوبئة

هجـــوم حـــادّ على تقريـــر حول عقـــار التاميفلـــو

هناك تحدٍّ لاستنتاجات أُطْلِقَت حول تكديس مخزون الأدوية المُضادة للفيروسات.

دِكلان باتلر

انتقد باحثون مُختصون في الإنفلونزا دراسة تعترض على التّخزين الاحتياطي للأدوية المُضادة للفيروسات، تبلُغ قيمتها مليارات الدولارات، بهدف التّهيُّؤ للقضاء على تهديد فاشيّات الإنفلونزا.

نشرت كوكرين كولابوريشن[1] (Cochrane Collaboration)، وهي مجموعة قامت بمراجعة فاعلية مقاييس العناية الصحيّة، في العاشر من إبريل الماضي دراسة مُراجعة تحليلية لعقاريّ تاميفلو (Tamiflu)، وريلينزا (Relenza) المعروفين كدواءين مُثبِّطين لإنزيم نورأمينيديز. وقد خَلُصَت الدّراسة إلى أنّ هذه الأدوية ضئيلة الفائدة. وفي الوقت ذاته، نشرت الدورية الطبيّة البريطانيّة *BMJ* سلسلة من المقالات، فيها مقالان يُلخّصان ما تمّ التّوصُّل إليه في دراسة كوكرين[2،3] وعدد من الافتتاحيّات تُركّز جميعها على حملة استمرت خمس سنوات من قِبَل كوكرين والدورية الطبيّة البريطانيّة للحصول على مُعطيات التجارب الإكلينيكيّة التي لم تنشرها شركة المُستحضرات الدوائيّة، والتي تمّ استخدامها لاحقًا في كتابة دراسة المُراجعة التّحليليّة [التي أصدرتها كوكرين].

ووفق ما جاء في التصريح الإخباري المشترك لكوكرين والدورية الطبيّة البريطانيّة: «تضع النّتائج التي تمّ التّوصُّل إليها في الدّراسة، تحديّات أمام الفرضيّة التّاريخيّة التي تدّعي أنّ مُثبّطات إنزيم نورأمينيديز فعّالة في مُحاربة الإنفلونزا». وأدلت فيونا جودلي، رئيسة تّحرير الدورية الطبيّة البريطانيّة في مؤتمر صحفي: «لقد بُولِغَ في مدى فاعلية الأدوية، وقُلِّلَ من حجم الأضرار». وقد حازت الدّراسة على تغطية إعلامية واسعة حول العالم، مع احتلالها عناوين رئيسّة، واصفةً تاميفلو بأنّه «عديم النّفع»، و«غير فعّال»، إلا أنَّ نزاعًا حادًا دار بين عديد من باحثي الإنفلونزا حول المُحصّلة النّهائيّة لدراسة المُراجعة التّحليليّة، إذ يدور جدالهم حول مسألة ارتكاز الدّراسة- تحديث كوكرين- على التّجارب الإكلينيكيّة العشوائيّة (RCTs) التي أُجرِيَت لدراسة الأدوية، والتي بطبيعتها تنقصها قوة البرهان الإحصائي الذي يُتيح التّوصُّل لاستنتاجات موثوقة بشأن تأثير مُضاعفات الإنفلونزا، والحاجة إلى تلقّي العلاج في المستشفيات. وهذه هي النّتائج الرئيسة التي يدور حولها الاهتمام عادةً، عند تفشّي جائحة الإنفلونزا.

ويتحفّظ النّاقدون على مسألة استثناء المُراجعة التحليليّة للكثير من دراسات المُراقبة، التي سبق أن خلُصت إلى أنّ هذه الأدوية مفيدة في الظروف الإكلينيكيّة الطبيعيّة.

يُوَصَف التاميفلو كدواء رئيس لعلاج حالات الإنفلونزا الخطرة. وتُثير الزوبعة الإعلانية قلق الباحثين لخطر هز ثقة الجمهور بهذه الشريحة الدوائيّة، إذ يقول بيتر أوبنشاو، مدير مركز العدوى التنفسيّة في إمبريال كوليدج للندن: «إنّنا نُخاطر بخسارة واحد من الأسلحة القليلة المتوفّرة لدينا، بسبب التّرويج الإعلاني السلبي المُبالَغ فيه».

وقد شملت دراسة المُراجعة التي أجرتها كوكرين ـ وهي منظمة غير ربحيّة في لندن ـ العقارين تاميفلو (أوسيلتاميفير-

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



PICHI CHUANG/REUTERS/CORBIS

تاميفلو هو دواء يُوصف كعلاج أساسي لحالات الإنفلونزا الخطِرة.

oseltamivir)، الذي تُنتجه شركة المُستحضرات الدوائيّة روش في بازل، سويسرا، وكذلك عقار ريلينزا (زاناميفير-zanamivir) الذي تُسوِّقُه شركة جلاكسو سميث كلاين في برينتفورد في المملكة المتّحدة. وتُعتبر دراسة كوكرين هذه، واحدة من بواكير الدّراسات التحليليّة التي تمّ اجراؤها لمُراجعة تقارير الدّراسات الإكلينيكيّة- وهي الوثائق التي تُقدمها شركات الأدوية للسُّلُطات التّنظيميّة، وتحتوي بطبيعتها على مُعطيات أوسع من المُعطيات التي يتم نشرها عادةً في الدّراسات الإكلينيكية العشوائيّة.

أظهر كلا الدواءين أنّهما قادران على تقصير فترة ظهور أعراض الحمّى، وأنّهما فاعلان في علاج المرض إذا كان حادًّا؛ ويكمن محلّ الجدل فيما إذا كانا فاعلين في تقليل عدد أيام العلاج في المستشفيات وتقليل المُضاعفات الحادّة. إذ يدّعي الباحثون من كوكرين والدورية الطبيّة البريطانيّة بأنّه لم يكن ثمَّة برهان على جلب هذين الدّواءين لمثل تلك المكاسب. ويُضيفون أيضاً بأنَّ النّتائج التي توصلت إليها الدّراسة تضع قرارات الحكومات، إبان منتصف العقد الأول من الألفية الثانية، بالتّخزين الاحتياطي لهذه العقاقير لمُجابهة خطر تفشي إنفلونزا الطيور H5N1، والتي بلغت نسبة الوفيّات بسببها إذ ذاك 60%، قيد المُساءلة. وأفصح كارل هينيجان، من جامعة أكسفورد في المملكة المتّحدة، والمشارك في نشر دراسة المُراجعة التّحليليّة :» لم يكُن هنالك أي ضمان للتحقُّق من قدرة هذه الأدوية على منع وقوع جائحة»، وبهذا لم يكن التّكديس الاحتياطي لهذه الأدوية إلّا «أموالًا طائلة بُعثِرت هباءً».

وهناك زُمْرةٌ من الأخصائيين الذين اتّصل بهم فريق نيتشر للأخبار، قالوا إنّ تقارير الدّراسات الإكلينيكيّة، على الرّغم من أنّها تُتيح إجراء مزيدٍ من التّحليلات المُفصّلة، إلّا أنّها لا تُبيِّن أيّة اكتشافات جديدة ذات أهميّة تُذْكَر.

لقد أجرى باحثو كوكرين مُراجعة دقيقة، تستحق الثّناء على جهودهم التي بذلوها في الحصول على المُعطيات الإكلينيكيّة الأساسية من روش، ومن السُّلْطات التّنظيميّة، ولكن في النّهاية لم يكن ما وجدوه «مُفاجئًا»، هذا ما قاله بيتر هوربي، المتخصص في أبحاث الإنفلونزا من قسم الأبحاث الإكلينيكيّة التّابع لجامعة أكسفورد في هانوي بفيتنام.

وبينما يقول كل من جودي لانارد، وبيتر ساندمان، وهما خبيران مستقلان في «الإبلاغ عن المخاطر» من نيويورك، إنَّ النشر الإخباري الذي يتناول دراسة المُراجعة يُسقط النّتائج، التي وِفْق رأييهما هي معلومات رئيسّة، ولا بُدّ من ذكرها في النشرة، فمثلًا، تقوم النّشرة بتقريب الـ17 ساعة، مدة دوام الأعراض لدى البالغين، لـ«نصف يوم فقط»، وتصف هذا التقريب بالـ«ضئيل». كما أنّها لا تُبيِّن تخفيض الـ29 ساعة لدى الأطفال. وكما يدّعي كل من لانارد، وساندمان: «يشوبُ عرض النّتائج انتقائيّة معيّنة، تُظهِر مُضادات الفيروسات بشكل أسوأ».

وِفق وجهة نظر هوربي، أسهَمَ النّشر الصحفي والبيانات العامّة المُشتركة بين الدورية الطبيّة البريطانيّة وكوكرين في خلق سوء تفسير لدى الإعلام إزاء ما تُبيّنه الدّراسة، أو ما لا تُفصح عنه، إذ يقول: «لا تتضمّن دراسة المُراجعة أيّ تصريحات تصف الأدوية على أنّها «غير فعّالة»، أو «عديمة النّفع»، كما فُسّرت في بعض القصص الإعلاميّة».

في ردّ مُشترك لكوكرين والدورية الطبيّة البريطانيّة على نيتشر، صرَّحا بأنّهما يريان بأنَّ النّشرة الصحفيّة قامت «بعمل جيّد في عرض النّتائج الرئيسّة». ودافعا عن طريقة عرضهما لتخفيض مُدّة الأعراض بأنّها مُبرَّرة، وأشارا إلى أنّه تمّ إدراج النّتائج الشاملة أكثر في خُلاصة النّتائج لدراسة المُراجعة. وقالا إنَّ التّغطية الصحفيّة «لم تكُن سيّئة من حيث التّوازُن والدِّقة».

وتتّفِق المُنظّمتان على أنَّ قوّة البُرهان الإحصائيّ المحدودة التي تتعلّق بمُعطيات التجربة حول الأرقام الخاصّة بمُدّة الاستشفاء والمُضاعفات تجعل من الصّعب التّوصل إلى استنتاجات موثوقة إزاءهما، إلّا أنّهما تناقشان أنّ مسألة استخلاصهما للنتيجة التي تُفيد بعدم وجود برهان لأي تأثيرات لهذه الأدوية، تضع تحدّيات أمام التحليلات السابقة لمُعطيات التجارب التي بيّنت أنّ هذه الأدوية تُقلّل من المُضاعفات، ومن مُدّة الاستشفاء. وهما تدّعيان أنَّ دراسة المُراجعة أظهرت نتائج جديدة، مثل المُعطيات حول التّأثيرات الجانبيَّة.

تُعتبر التجارب الإكلينيكيّة العشوائيّة القاعدة الذّهبيّة لتأسيس البُرهان على فائدة الأدوية، وتقيّد كوكرين نفسها بهذا النّوع من التّجارب فقط في التحليلات الكبيرة في دراسة المُراجعة التي نحن بصددها. ويُشير النُّقاد إلى أنَّ هذه التّجارب الإكلينيكيّة الصغيرة تمّ تنفيذها للحصول على المُصادقة على التاميفلو من قِبَل السُّلطات التّنظيميّة، كعلاج ووقاية ضد الإنفلونزا الموسميّة، التي هي طفيفة في مُعظم الحالات، الأمر الذي يعني أنّه نادرًا ما ظهرت لدى المُشتركين الأصحاء في هذه التّجارب أي مُضاعفات، أي أنّه لم يتم تصميم هذه التّجارب لفحص توافُق النتائج الخطِرة التي تتَّسِم بها الفاشيات.

وإضافةً إلى ذلك.. وِفق ما ورد في النّقد، تُمكّن دراسات المُراقبة من الكشف عن معلومات مهمة حول كيفيّة استجابة أعداد كبيرة من النّاس للعلاج في الظروف الطبيّة الطبيعيّة فيما يتعلّق بفاعلية الأدوية. فمثلًا، بيّنت دراسة مُراقبة[4] نُشرت في مارس الماضي عن 30,000 شخص دخلوا المستشفيات لتلقي العلاج خلال 2009-2010 أثناء تفشي إنفلونزا الخنازير، بأنّ مُثبّطات إنزيم نورأمينيديز خفضت الوفيّات بنسبة 25%.

لكن بسبب سياسة كوكرين في اقتصار مُراجعتها على الدّراسات الإكلينيكيّة العشوائيّة، لم تتضمن دراسة المُراجعة أي من دراسات المُراقبة. يقول بِن كولينج، المتخصص في علم الوبائيّات الخاص بالإنفلونزا من جامعة هونج كونج: «في ظلّ العدد المحدود للدراسات الإكلينيكية العشوائية، بالإضافة إلى البراهين المهمة التي تمّ التّوصُّل إليها، استنادًا إلى دراسات المُراقبة، من الصّعب تبرير استثناء الدّراسة الحاليّة للبراهين التي تمّ التوصل إليها في هذه الدّراسات».

ويرد كل من كوكرين والدورية الطبيّة البريطانيّة بأنّهما استثنيا كل دراسات المُراقبة، لأنّها «ليست ذات مصداقيّة في إيجاد البرهان على وجود تأثيرات للعلاج». ■

1. Jefferson, T. *et al. Neuraminidase Inhibitors for Preventing and Treating Influenza in Healthy Adults and Children (Review)* (Wiley, 2014).
2. Jefferson, T. *et al. Br. Med. J.* **348,** g2545 (2014).
3. Heneghan, C. J. *et al. Br. Med. J.* **348,** g2547 (2014).
4. Muthuri, S. G. *Lancet Resp. Med.* http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(14)70041-4 (2014).

المزيد أونلاين

فيديو الأسبوع



ERIC AGOL (UW), NASA/SDO HMI SCIENCE TEAMS

● صياد كواكب يرى تعدُّس الجاذبية الذاتي في نجمة مزدوجة go.nature.com/l3mlxy

أخبار أخرى



● كوكب يشبه الأرض في المنطقة القابلة للسكنى. go.nature.com/tcxyzc



● 'قضيب إناث' الحشرات يستخلص الغذاء مع السائل المنوي. go.nature.com/cjuckd



● تعيين تغييرات الحمض النووي والهستون للإنسان القديم. go.nature.com/hnzsye

بودكاست «نيتشر»

nature podcast

قيمة كروموسوم واي؛ عَالِم هاوي استثنائي؛ وكيفية مساعدة سلالة مرجانيّات على التكاثر. nature.com/nature/podcast

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



اعتراض الطوفان

مع غرق دلتا نهري الجانج–برامابوترا في بنجلاديش، هناك سباق يجري لحماية ملايين البشر من الفيضانات في المستقبل.

كويرين شيرماير

عقب إعصار إيلا في 2009، ألقت البحار التي فاضت بالماء أوزارها على دلتا نهري الجانج وبرامابوترا. صدعت أمواج العواصف السدود المحيطة بجزيرة صغيرة بمثابة مأوى لـ10 آلاف أسرة، فحوّلت الأرض إلى جحيم من الأوحال. غمر طوفان المياه المالحة الحقول والمنازل والطرق والأسواق، ولم يتعافَ الناس بعد من دمار أحدثه إعصار سِدر قبل 18 شهرًا. هاجر كثيرٌ من السكان إلى المدن المجاورة. واحتمت آلاف أخرى منهم بما تَبَقَّى من سدودٍ، حيث حفَّز افتقادُ الصرف الصحي والخصوصية سريعًا انتشار الأمراض والجريمة.

عندما مر ستيفن جودبريد، الباحث في علوم الأرض والبيئة بجامعة فاندربلت في ناشفيل، تنيسي، وطُلّابه بهذا الموقع خلال رحلة ميدانية في عام 2011، صُدموا عندما وجدوا أن الأرض لا زالت غارقة في الماء، وآلاف العائلات تعيش في الخيام والأكواخ المتداعية. أُصْلِحت السدود المهدومة بشكلٍ بائس، والمساكن التي يُفترَض أن تحمي ساكنيها بقيت غير صالحة للسكن. يقولُ جودبريد: «بدت الجزيرة مُقفرة كأنها القمر.. الوحل يغطي المكان». ويعقِّب بقوله: «لم أرَ في حياتي شيئًا مثل ذلك». قام جودبريد بهذه البعثة لتحديد كيف تآكلت السدود حول الجزيرة ـ التي تدعى بولدر32 (Polder 32)، وهو تعبير هولندي لوصف الأرض المنخفضة المحميّة بالسدود ـ وتقوّضت بما يكفي لأنْ تعيث عاصفة صغيرة نسبيًّا مثل هذا الخراب هناك.

لا تعتبر المشاهد الكارثية استثناءً في بنجلاديش، فحوالي 6000 كيلومتر مربع من دلتا الجانج–برامابوترا الضخمة تقع على مستوى أقل من مترين فوق سطح البحر. في المتوسط، هناك 6000 إنسان يفقدون حياتهم سنويًّا بفعل العواصف والفيضانات. في إبريل 1991، أودى إعصار واحد ـ هو الأسوأ في العقود الأخيرة ـ بحياة أكثر من 100 ألف نفس في الدلتا؛ وترك ملايين البشر بلا مأوى.

يُتوقع أن تتفاقم المخاطر.. فالاحترار الكوكبي يرفع مستوى سطح بحار الكوكب بحوالي 2-3 ملِّيمترات سنويًّا. هذا يضيف إلى مشكلات أكبر في دلتا الجانج–برامابوترا، التي تغرق سريعًا جدًّا، بحيث يرتفع مستوى سطح البحر محليًّا نحو سنتيمترين سنويًّا. تتوقع بنجلاديش ـ التي يبلغ تعداد سكانها حاليًّا 150 مليون نسمة ـ زيادة سكانية تبلغ 50 مليون نسمة بحلول عام 2050، مما يضع بشرًا أكثر في طريق الهلاك.

بنجلاديشيون يحاولون تجديد حواجز الفيضان التي حطّمها إعصار إيلا في عام 2009.

ESPEN RASMUSSEN/PANOS

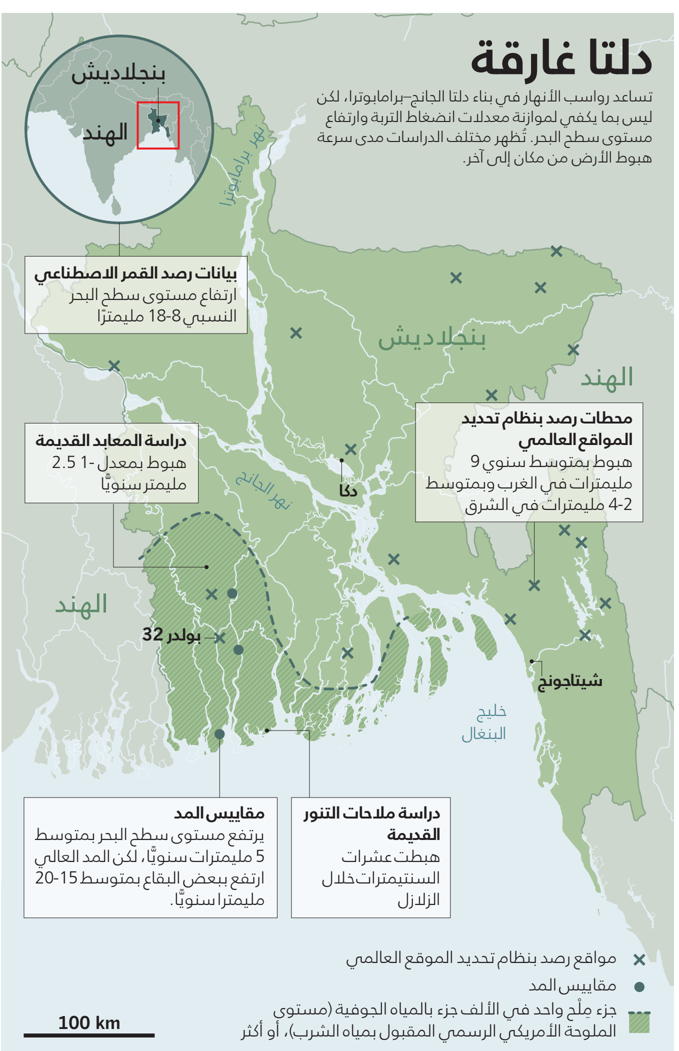
تنذر التوقعات المتشائمة باحتمال تشرُّد ملايين البشر بنهاية القرن الحالي، لكن هناك علماء، مثل جودبريد، يرون شعاعًا من الأمل. ففي شهر مارس الماضي، تضافرت جهود بنجلاديش وهولندا في إطلاق خطة دلتا بنجلاديش؛ لحماية سكان المنطقة من الفيضانات. ولدعم التفاصيل المحدودة، يتدافع الباحثون حاليًّا لتوفير بيانات أساسية حول غرق الدلتا، وأسبابه، وأفضل سبل الاحتراز منه، بل ووَقْفه.

الغرق

تُعتبَر دلتا الجانج–برامابوترا مِكَبًّا لنفايات إقليم الهيمالايا. فمع تآكل سلسلة الجبال بفعل الرياح والأمطار، تحمل الأنهار الكبيرة أكثر من مليار طن سنويًّا من الرواسب إلى خليج البنغال؛ يُقَدَّر سُمْك الطبقة المترسبة ببعض المناطق منذ آخر عصر جليدي بأكثر من كيلومتر. وكما في جميع مواقع دلتا الأنهار، تنضغط هذه المواد السائبة بسهولة، مما يسبِّب غرق الأرض ببطء، وارتفاع مستوى سطح البحر النسبي. في الماضي، كانت الترسبات المحمولة سنويًّا باتجاه مجرى الأنهار تُنعِش الدلتا،لكن الزراعة والصناعة وسدود توليد الطاقة الكهرومائية حوّلت مجرى الماء، وخنقت تدفق الرواسب؛ فلم تعد التربة تتجدد. وكانت دراسة1 نُشرت في عام 2009 قد وجدت أن 85% من مواقع دلتا أنهار العالم الكبرى عانت فيضانات شديدة في العقد الأول من القرن الراهن. وتحت المعدلات المتوقعة لهبوط الترسبات، وارتفاع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





مستوى سطح البحر، يُتوقع بحلول عام 2100 أن تزداد مساحات الدلتا المعرَّضة للمخاطر بحوالي النصف.

لم تحلّ الجهود السابقة للتصدي للفيضان هذه المشكلات في بنجلاديش. ففي 1990، دعت أول خطة عمل ضد الفيضان إلى إنشاء حواجز حول الأنهار الكبيرة: وفي أقل من 10 سنوات، أُنشِئ أكثر من 3500 كيلومتر من السدود. وفي عام 2000، تحولت بؤرة اهتمام البلاد إلى بناء ملاجئ من العواصف أكثر، وتحسين نظم الإنذار، لكنْ حتى بعد ذلك، بقي أكثر من ثلاثة أرباع سكان بنجلاديش عرضةً لفيضانات شديدة.

يتمثل جزء كبير من المشكلة بافتقاد فَهْم كيف يختلف سلوك الدلتا من مكان إلى آخر. ربما تنجح السدود بدرجة ما في حماية العاصمة دكا؛ لكن كما تُظهِر بولدر32، لا تؤدي السدود دورها بأماكن أخرى. يقول جيمس سيفِتسكي، الجيولوجي بجامعة كولورادو ببولدر: «كل مَنْ يتبسَّط في الحديث عن الدلتا، لم يشاهِد في حياته دلتا». وحول معدلات الترسب في بنجلاديش، يقول سيفِتسكي: «وفقًا لكيفية وموقع القياسات، يمكنك الحصول على 15 قيمة مختلفة».

تختلف الأمور دراماتيكيًّا بين جانبي الدلتا الشرقي والغربي، مثلًا. وعلى مدى عدة عقود ماضية، حولت القوى الجيولوجية وعوامل التعرية مسار الجزء الأدنى من نهر الجانج بشكل متواصل إلى الشرق، تاركًا الأجزاء الغربية للدلتا في حاجة ماسة إلى الترسبات. وهذا يترك جنوب غرب الدلتا مُعرَّضًا بشكل خاص لفيضانات مياه البحر، وتسرُّب الملح إلى المياه الجوفية، مما يجعل المياه غير صالحة للشرب (انظر 'دلتا غارقة'). يحتاج الباحثون لحساب هذا التعقيد كميًّا، وتعيين تضاريسه لتأمين الفرصة لصنّاع السياسات أن يُعالجوا هذه المشكلات، حسب كاثرين تيرفسخا فان شلتنجا، خبيرة إدارة المياه بجامعة واجنِنجن الهولندية، المشاركِة في إعداد خطة دلتا بنجلاديش.

يشير تحليل سيفِتسكي لبيانات[1] القمر الاصطناعي حول تضاريس الدلتا إلى أنها تغرق دون مستوى سطح البحر 8-18 مليمترًا سنويًّا. هذا.. ويتم التحقق من هذه الأرقام بقياسات أرضية تُجرى حاليًا. وبدوره، يقوم مايكل ستيكلر ـ الجيولوجي بمرصد الأرض التابع لجامعة كولومبيا في باليسيدِس، نيويورك ـ بتثبيت شبكة من مستقبِلات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)؛ لمراقبة الترسب منذ 2003. يدير ستيكلر حاليًا 20 موقعًا، ثُبت أحدها السنة الماضية ببولدر32. وحتى الآن، تقترح النتائج أن معدل الترسب حوالي 9 مليمترات بجنوب غرب الدلتا، ونحو 2–4 مليمترات بجنوب شرقها، لكن مواقع القياس لا تزال قليلة ومتباعدة، وليس هناك كثير منها بالمواضع الأكثر عرضة.

قد تُفاقِم بعض جهود السيطرة على الفيضان من المشكلة. وكان الجغرافيّان البريطانيّان جون بثيك ـ من جامعة نيوكاسل ـ وجوليان أورفورد ـ من جامعة كوين بلفاست ـ قد أوردا[2] السنة الماضية أن منسوب المياه ببعض المواقع بجنوب غرب الدلتا الأكثر تعرّضًا للغرق كان أعلى من المتوقع. وخلصا إلى أن السدود الممتدة بامتداد قنوات استيعاب المد ـ يبلغ بعضها مئات الكيلومترات بداخل البلاد ـ قد خفّضت كثيرًا من مساحة الأرض المغمورة بالماء عند علو المدّ. ونظرًا إلى انخفاض قدرة المياه على الانتشار، فإنها تندفع إلى مسافات أبعد داخل البلاد، كلما أمكنها ذلك. والمحصلة زيادة ضخمة في نطاق مياه المد بمناطق أقل حماية. تقترح سجلات قياس المد بثلاثة مواضع جنوب غرب الدلتا معدّلًا متوسطًا لارتفاع مستوى سطح البحر النسبي، يبلغ 5 مليمترات سنويًّا، على مدى الثلاثين سنة الماضية، لكن بعض المواضع المحلية شهدت زيادة منسوب المياه المرتفع بمتوسط 15–20 مليمترًا سنويًّا.

يقول جودبريد إن لتضخم المد نتائج كبيرة بالنسبة إلى حماية السواحل: ففي المناطق ذات القنوات لاستيعاب مياه المد الطويلة، قد يسبِّب بناء 5 سدود أكثر مستويات مد أعلى، ويُفاقِم تسرُّب المياه المالحة، لكنّ آخرين يحذِّرون من صعوبة

الحكم بصحة نتائج بثيك وأورفورد عبر الساحل الجنوبي الغربي، فمثلًا، ربما يعتمد الأمر بقوة على انحدار جدران القنوات. وبدوره، يرى مؤمن الحق ساركر ـ الجيولوجي ونائب المدير التنفيذي بمركز خدمات المعلومات البيئية والجغرافية بالعاصمة دكا ـ أن تقدير هذه النتائج استقرائيًّا «مُضَلِّل».

يشير ساركر إلى أجزاء من الدلتا، بدا أنها تغرق ببطء أكثر. ففي عام 2012، أخذ ساركر وزملاؤه قياسات؛ للوقوف على مدى انطمار قواعد المساجد والمعابد القديمة تحت الترسبات القادمة. وتشير مستويات قواعد هذه المباني إلى أن معدل الترسب 1-2.5 مليمتر سنويًّا. وتنبغي إضافة ارتفاع مستوى سطح البحر إلى ذلك؛ للحصول على التغير النسبي بمستوى سطح البحر، لكن ساركر يعتقد أن الدلتا كلها تغرق في مستوى أقل دلالة مما يقترحه باحثون مثل سيفتسكي.

تغيُّر يهز الأرض

مهما كان معدل الترسب الراهن، فهو قد لا يعكس نطاق المشكلة كاملًا. ففي 2010، حفر[3] تيل هانيبوت ـ الجيولوجي بجامعة بريمن الألمانية ـ للكشف عن أكثر من 12 بناءً قديمًا بإقليم سوندرابانز الساحلي، حيث تنبت أشجار المَنجروف الاستوائية المشهورة بإيوائها نمور البنغال الملكية. كانت هذه الأبنية مخصصة لإنتاج الملح منذ 300 سنة بمستوى أعلى قليلًا من أعلى مستوى للمدّ الشتوي في ذلك الوقت، لكنها مدفونة حاليًا بعمق متر ونصف المتر تحت الطين ومستوى سطح البحر الراهن، مما يعني متوسط هبوط يبلغ 5 ملِّيمترات سنويًّا.

يعتقد هانيبوت أن الهبوط لم يحدث بوتيرة بطيئة ثابتة، لكنْ عبر سلسلة أحداث غير مترابطة، تتصل بزلازل وأعاصير كبرى. تُظهر بقايا الجذوع الممتلئة طينًا بالمنطقة أن أشجار المنجروف ماتت بسبب الفيضان في حوالي 1676 و1762 عندما ضربت زلازل قوية الإقليم. إنّ زلزال 1762، المقدَّرة شدته بـ8.8 درجة، قد سبَّب غرق الأرض المحيطة بمدينة شيتاجونج الجنوبية الشرقية لعدة أمتار. وفي سوندرابانز يبدو أن الزلزال سبَّب هبوطًا قدره 20 سنتيمترًا، حسب هانيبوت.

«أخيرًا.. بدأنا نفهم كيفية عمل الدلتا، لكننا نعلم ما يكفي لأداء أفضل قليلًا»

ويعتقد علماء الزلازل أن زلزالًا كبيرًا آخر قد تأخر في الإقليم غير المستقر تكتونيًّا، وعندما يأتي؛ سيدمر المدن عالية الكثافة، سيئة التشييد، مثل دكا وشيتاجونج. وقد يُسبِّب أيضًا هبوط بعض بِقَاع الدلتا في ضربة واحدة، أكثر مما فعل خلال عقود من ارتفاع سطح البحر البطيء وانضغاط الرواسب.

وهناك عوامل تعقيد أخرى أسهل تقديرًا واحترازًا.. فبعد سنة من مشاهداتهم الأولية، عاد جودبريد وفريقه إلى بولدر32 مُزوَّدين بمستقبِلات نظام تحديد المواقع العالمي، وأدوات المساحة. وجد الفريق أن السدود التي تحمي الأرض من فيضان النهر والبحر قد سلبتها أيضًا الإمدادات الطازجة من الرواسب: فخلال 5 عقود من وجودها، غرقت أرض بولدر مترًا كاملًا، مقارنةً بالأرض خارج السدود، لأنها لم تزوَّد مجددًا بالرواسب. وفوق كل ذلك.. وجد جودبريد أن أصحاب مزارع الروبيان (الجمبري) أحدثوا ثقوبًا في السدود؛ لتمديد مواسير المياه المالحة من الأنهار الساحلية إلى مزارع تفريخ الروبيان؛ مما أضعفها.

ورغم ما أحدثه إعصار إيلا من معاناة بشرية، إلّا أنه ساعد في إنقاذ الأرض بعض الشيء. ففي سنتي انكسار السدود، انتعشت بولدر بعشرات السنتيمترات من الرواسب، ترسبت بفعل المد اليومي. وفي المدى القصير، عاث الطين في الأرض خرابًا بفيضانات أغرقت منازل وحدائق الناس، لكنه أتاح إمكانية استدامة طويلة الأمد لاستخدام أرض الدلتا.

كل هذه المعلومات ستغذي خطة الدلتا، التي سيصوغها خلال عامين ونصف العام اتحادٌ من هولندا وبنجلاديش يضم هيئات حكومية ومنظمات أبحاث ومهندسين استشاريين. خَصَّصت هولندا مبدئيًّا 7 ملايين يورو (9.7 مليون دولار) لتطوير الخطة الاستراتيجية. يقول شمس العالم، رئيس قسم الاقتصاديات العامة بوزارة التخطيط ببنجلاديش التي تنسق جهود خطة الدلتا: «تُقدِّم مشاركة هولندا ـ بكنزها الثمين من الخبرة في المشروع ـ دَفعًا قويًّا لجهودنا الدفاعية ضد الفيضانات».

وتقول فان شلتنجا إن عدم اليقين الكامن في العلوم يُصعِّب على صناع السياسات رؤية نطاق ونوع الاستثمار المبرر هنا، لكن ـ على الأقل ـ جزء من المشكلة أصبح في بؤرة اهتمام أكثر. يقول جودبريد: «أخيرًا.. بدأنا نفهم كيفية عمل الدلتا، لكننا نعلم ما يكفي لأداء أفضل قليلًا».

يضيف جودبريد قائلًا إنه في المناطق الريفية الساحلية قد يكون أحد الحلول هو العودة إلى نمط السدود المنخفضة المرنة، التي بناها الناس في المنطقة قبل الستينات. يستطيع السكان المحليون رفع مستوى السدود بموسم الجفاف؛ لمنع المياه المالحة، وخفض مستواها بموسم فيضان الأنهار؛ لتسمح بدخول الرواسب. ويُقِرّ هيو برامر ـ جغرافي بريطاني واستشاري البنك الدولي لدى وضع خطة بنجلاديش لمكافحة الفيضان في 1990 ـ بالحاجة إلى الحواجز المرنة. وبين فترة وأخرى، ينبغي السماح بدخول مياه الفيضان لغسل الأرض المحمية بالسدود، ولترسيب الرواسب؛ وبالتالي منع مناطق البولدر من الغرق على المدى الطويل. ويلفت جودبريد إلى أن منازل هذه المناطق تكون عادةً على أرض تعلو نصف متر أو أكثر على خزانات مياهها، فهي بالتالي محمية من تدفق الماء.

يقول برامر إن الخطوة الأكثر إلحاحًا هي تحويل الماء من نهر الجانج إلى الأجزاء الغربية من الدلتا؛ ليصل الماء هناك إلى السكان بموسم الجفاف. وفي 2008، تعهدت حكومة بنجلاديش بالنظر في مخطط لتحويل مجرى النهر، لكن تكاليف وجدوى مثل هذا المشروع الهندسي لا زالت تنتظر التدقيق اللازم. يقول شمس العالم إنّ مثل هذا التحويل لا يُرجَّح حدوثه قريبًا.

ويضيف شمس العالم أن هناك خيارات أرخص. فقد طوَّر علماء معهد أبحاث الأرز سلالات أرز تتحمل الملوحة؛ لاستنباتها في السهول المعرَّضة لفيضانات (مالحة). وفي المدن الساحلية الكبيرة، يمكن إنشاء منازل وبِنَى تحتية فوق أرض مرتفعة اصطناعيًّا. وقرب الساحل، من شأن الحفاظ على الأشجار وزراعتها إقامة عازل ضد فيضانات العواصف.

في خطتها الاقتصادية الخمسية (2011–2015)، خصصت بنجلاديش أكثر من 120 مليار تكا (1.5 مليار دولار) ـ 4% من إجمالي الإنفاق العام ـ للتأقلم مع المناخ وإدارة الكوارث. كما وجهت بنجلاديش مؤخرًا 170 مليون دولار ـ من عدة مانحين ـ هي حصيلة صندوق للتأقلم مع التغير المناخي، أنشئ في 2010، إلى مشروعات محددة، منها الحماية من الفيضانات. ويمكن الحصول على أموال أكثر من صندوق المناخ الأخضر الدولي، الذي تبلغ موارده مليارات الدولارات. وحسب سليم الحق ـ باحث كبير بمجموعة تغير المناخ في المعهد الدولي للبيئة والتنمية بلندن ـ يتطلب تفعيل خطة الدلتا كاملة عدة مليارات الدولارات على مدى السنوات القليلة القادمة. وحاليًا، تحصل بنجلاديش على ملياري دولار سنويًّا من المانحين؛ لتغطية كافة الاحتياجات من التنمية الاقتصادية إلى الإغاثة الغذائية، ولذلك.. يقول شمس العالم إنه من غير المعقول التطلع إلى إعادة توجيه أموال المساعدات لتحقيق الأهداف المتعلقة بالفيضان.

وفي غضون ذلك، تعود الحياة في بولدر32 إلى طبيعتها ببطء، حيث لم يتم إصلاح أو استبدال جميع السدود المحطمة، لكن مئات المنازل والأعمال قد نُقِلت إلى أرضٍ مرتفعة داخل وخارج البولدر. وجودبريد واثق من أن للدلتا وأهلها مستقبلًا واعدًا. يقول جودبريد: «بنجلاديش محظوظة بعدة خيارات، لكن الوقت المتاح قصير، والمسائل العالقة كبيرة». ■

كورين شيرماير كبير مراسلين لدوريّة «نيتشر» من ميونيخ، ألمانيا.

1. Syvitski, J. *et al. Nature Geosci.* **2,** 681–686 (2009).
2. Pethick, J. & Orford, J. D. *Glob. Planet. Change* **111,** 237–245 (2013).
3. Hanebuth, T. J. J., Kudrass, H. R., Linstädter, J., Islam, B. & Zander, A. M. *Geology* **41,** 987–990 (2013).



SIEMENS AG

الطاقة الزرقــاء

بعد سنوات من الركود، يزداد السعي إلى حصاد الطاقة من المحيطات سرعةً.

جيف توليفسون

على بُعْد عدة كيلومترات قبالة الساحل بالقرب من مدينة بيرث في غرب أستراليا، ستبدأ قريبًا ثلاث طوّافات عملاقة ـ تقبع تحت الأمواج بعيدًا عن أنظار محبي الاستطلاع من ركاب القوارب ـ في إنتاج الكهرباء وهي تتمايل على إيقاع المحيط الهندي. بعرض 11 مترًا وارتفاع 5 أمتار، تبدو الطوّافة البرتقالية الجاثمة أشبه بثمرة قرع عملاقة. وعند مرور أمواج المحيط عليها، ستقوم الطوّافات المربوطة بتشغيل مضخات هيدروليكية على قاع البحر، ومن ثم تحويل حركة الأمواج في المحيط إلى 720 كيلووات من الكهرباء اللازمة لإمداد قاعدة بحرية قريبة.

تعتزم شركة «كارنيجي لطاقة الأمواج» بنورث فريمانتل، أستراليا، أن يكون هذا النظام – الذي يمثل أحدث محاولة لجلب القدرة الكهربية من البحر - عاملًا خلال شهر يونيو الجاري. سيجتذب هذا المشروع التجريبي الكثير من الاهتمام الإعلامي، لكن قدامى المتخصصين في مجال الطاقة البحرية سيراقبون المشهد بحذر؛ ليروا كيف سيكون أداء النظام. لقد سلكت تلك الصناعة طريقًا بطيئًا، حيث لم يُثبِت أيٌّ من الأجهزة العديدة التي تم تصميمها حتى الآن جدواه في سوق الطاقة الذي يتميز بتنافسية عالية، بينما استطاع عدد قليل الصمود لفترات طويلة في ظل الظروف القاسية في البحر. ورغم الاستثمار الكلي، الذي بلغ حوالي 735 مليون دولار أمريكي على مدى العقد الماضي من قِبَل 12 شركة رائدة، فإن أسلوب استخراج القدرة البحرية من حركة المد والجزر والأمواج لم ينطلق بعد. في الواقع، إنه لا يزال الأسلوب الأكثر تكلفة لتوليد الطاقة على وجه الأرض.

إنّ النظرة إلى المستقبل أصبحت أكثر إشراقًا لأولئك الذين يتطلعون إلى لاستفادة من هذا المصدر للطاقة. ففي السنوات القليلة الماضية، استحوذت شركات صناعية رئيسة عديدة على شركات مبتدئة تقوم بحصد الطاقة من حركة المد والجزر، التي تُعَدّ أسهل أنواع الطاقة البحرية من حيث الاستغلال. وفي شهر مارس الماضي، تم اعتماد ثلاثة مشروعات بخليج فاندي بكندا، حيث توجد واحدة من أقوى ظواهر المد والجَزْر في العالم. لقد تعرضت صناعة طاقة الأمواج ـ التي تستهدف مصدرًا أكبر بكثير للطاقة، ولكنه أكثر مراوغة ـ لبعض النكسات، بما في ذلك قرار تقليص الخطط المتعلقة بإنشاء مصفوفة قبالة ساحل

يولد محوّل طاقة المد والجزر في سترانجفورد، بالمملكة المتحدة ـ من إنتاج شركة توربينات التيارات البحرية ـ الطاقة بريَش تحت الماء، يمكن رفعها للصيانة.

ولاية أوريجون الذي تم اتخاذه في شهر مارس الماضي، لكن ما من شك في أن كلا النوعين من الطاقة البحرية سوف ينمو في النهاية. في العام الماضي، توقعت شركة بلومبرج الاستشارية لتمويل الطاقة الجديدة ـ ومقرها لندن ـ أنه يمكن أن يتم بحلول عام 2020 إنجاز ما يصل إلى 22 مشروعًا لطاقة الأمواج، و17 مشروعًا لحركة المد والجزر لتوليد ما يزيد على ميجاوات من الكهرباء، أي ما يكفي لتزويد نحو 250 منزلًا بالطاقة.

من الناحية النظرية، يمكن للمحيطات إمداد العالَم بأكمله بحاجته من الطاقة، دون إحداث أي تلوث للجو. كما يمكنها توفير مصدر للكهرباء يمكن الاعتماد عليه بشكل أفضل من الرياح أو أشعة الشمس. كما أنها ملائمة أيضًا من الناحية الجغرافية: فقرابة 44% من إجمالي عدد السكان في العالم يعيشون في حدود 150 كيلومترًا من الساحل.

دأبت عدة دول على مدى عقود مضت على استخدام هياكل ضخمة تشبه السدود؛ لإغلاق مداخل بحرية، واستخراج الطاقة من تدفق المد والجزر إليها، لكن الأساليب الحديثة مصمَّمة لتكون أقل تدخُّلًا في البيئة. ورغم أن الآثار البيئية المحتملة لا تزال قيد البحث، فإن العديد من الباحثين يقولون إن البحر يمكن أن يثبت أنه مصدرٌ للطاقة أكثر نظافةً حتى من الرياح.

في الواقع، يرنو خبراء الطاقة إلى اليوم الذي سيوفر فيه البحر كمية كبيرة من الطاقة الخالية من الكربون، التي يمكن الاعتماد عليها في الجزر والمدن الساحلية المزدهرة في مختلف أنحاء العالم. «لقد ثبت أن الأمر أصعب مما كان متوقعًا في البداية، ولكن ثبت أيضًا أنه ممكن»، حسب قول نيل كيرمود، عضو مجلس الإدارة المنتدب لمركز الطاقة البحرية الأوروبية، وهو مرفق الاختبار الرائد في مجال أجهزة استخلاص الطاقة من الأمواج وحركة المد والجزر في جزر أوركني، بالمملكة المتحدة. ويضيف قائلًا: «لقد أوضحنا أنه يمكنك توليد الكهرباء من مياه البحر المتحركة. وتلك خطوةٌ كبيرة إلى الأمام».

مَدٌّ وجَزْر

يتدفق نحو 350 مليون متر مكعب من مياه المد والجزر مرتين كل يوم عبر مضيق سترانجفورد لوج الضيق - وهو مدخل صغير جنوب شرق بلفاست، المملكة المتحدة - ثم تعود مرة أخرى إلى البحر. مع كل رحلة، تمر المياه على زوج من المراوح (بطول 16 مترًا) المعلّقة على برج مركزي مثبّت على قاع القناة. تقوم قوة المياه ـ التي تعادل قوة رياح تهب بسرعة 555 كيلومترًا في الساعة ـ بتدوير المراوح بسرعة تصل إلى 15 لفة في الدقيقة؛ ومن ثم توليد 1.2 ميجاوات من الكهرباء.

وبالإضافة إلى المروحة التقليدية، جرّبت شركات الطاقة من المد والجزر عدة أدوات مبتكرة، مثل البرّيمات الحلزونية، والأسطح الانسيابية، وما يناظر الطائرات الورقية تحت الماء، غير أن الأداة المستخدَمة في سترانجفورد لوج هي التي حازت قصب السبق. ووفقًا لما أوردته الشركة، فقد ولّد هذا التصميم ـ الذي تم تصنيعه في شركة توربينات التيارات البحرية في بريستول بالمملكة المتحدة ـ ما يزيد على 90% من الطاقة التي أنتجتها تلك الصناعة حتى الآن.

لقد جذبت تلك الإنجازات اهتمام شركة «سيمنز» الهندسية العملاقة في ميونيخ، ألمانيا، التي استحوذت على الشركة في عام 2012. وتستعد شركة توربينات التيارات البحرية حاليًا لنشر مصفوفتها الأولى التي تضم خمس ماكينات - بقدرة 2 ميجاوات وكلفة 9 مليون يورو (15 مليون دولار أمريكي تقريبًا) لكل ماكينة - قبالة ساحل ويلز بحلول عام 2016. وبالإضافة إلى زيادة حجم الماكينات، أضافت الشركة ريشة ثالثة؛ للحدّ من الاهتزازات، وزيادة عمر الماكينة، حسب قول كاي كولمل رئيس الشركة. وهو يلفت الانتباه إلى أن هذا التقدم من المرجَّح أن يكون تدريجيًّا. يقول كولمل: «أعتقد أن بعض أصحاب رؤوس الأموال مصابون بخيبة أمل، ولكن هذه ليست صناعة من النوع الذي يدرّ ربحًا سريعًا. وصناعة طاقة الرياح أيضًا لم تبدأ بسرعة».

وحتى مع دخول الشركات الكبرى ـ مثل «سيمنز» ـ إلى الساحة، يبقى التحدي الأكبر هو جذب الأموال اللازمة للقيام بالتصميمات الهندسية، وبناء النماذج الأولية، حسب قول كريستوفر سوير، المدير التنفيذي لشركة طاقة المحيط المتجددة، ومقرها في بورتلاند، ولاية ماين. قامت شركة سوير بتطوير ونشر جهاز فريد من نوعه ـ ربما لفترة وجيزة ـ قبالة ساحل ولاية ماين، يشبه إلى حدٍّ ما الريش الدوّارة في أجهزة الحصاد. وتعمل الشركة الآن على جهاز الجيل الثاني، الذي يُتوقع أن يكون جاهزًا للنشر في وقت مبكر من عام 2015. يقول سوير: «إننا نبذل أفضل ما في وسعنا بالأموال المتوفرة لدينا».

أمواج الطاقة

إن قوة الأمواج هائلة، ولكن تطوير آلات يمكنها استخراج تلك الطاقة بشكل يُعتمد عليه وتحمُّل تأثيرات البيئة المحيطة القاسية في كثير من الأحيان يمثل نوعًا مختلفًا كليًّا من التحدي. لقد استكشفت الشركات تصميمات تتراوح من القلّابات المتأرجحة إلى أجهزة جيروسكوبية لتحويل اهتزازات السفينة إلى حركة دورانية؛ لتشغيل مُوَلِّد على متنها. ولكل تصميم مزاياه، ولكن الفكرة وراء الطوّافات المتمايلة من شركة «كارنيجي لطاقة الأمواج» في أستراليا تكمن في تجنب الضربات القاسية من الأمواج على السطح. ومن المزايا الإضافية لغمر الأداة في الماء: الحفاظ عليها بعيدًا عن الأنظار، وتجنب الجدل حول الجماليات، كما حدث بشأن مزارع الرياح.

تشغّل حركة الطوّافات صعودًا وهبوطًا ـ بفعل الأمواج ـ مضخات في قاع البحر، تقوم بتدوير سائل هيدروليكي في حلقة مغلقة تمتد لمسافة ثلاثة كيلومترات تقريبًا إلى محطة توليد على اليابسة (انظر: «منشآت مائية»). يؤدي النظام الذي يعمل مثل «مزمار القربة» إلى تراكم الضغط، الذي يتم بعد ذلك إطلاقه تدريجيًّا لتوليد تدفق مستمر من الكهرباء. وبوسع كلٍّ من الأجهزة الثلاثة توليد قدرة كهربية تصل إلى 240 كيلووات.

يقول جريج ألن، الرئيس التنفيذي للعمليات بشركة كارنيجي: «واضح أن هذا ليس مشروعًا تجاريًّا، ولكن لا توجد حاليًّا منشأة تجارية لطاقة الأمواج على مستوى العالم». ومع ذلك.. فإن ذلك يمثل تقدمًا، حسب قوله: فكل جهاز يولد ثلاثة أضعاف قدرة الإصدار السابق الذي تم اختباره في المياه نفسها في عام 2011. ويقول ألن إنّ المشروعات التجارية الأولى يمكن أن تأتي في وقت مبكر من عام 2018. وللحصول على موطئ قدم في السوق، تهدف الشركة إلى منافسة مُوَلِّدات الطاقة التي تعمل بالديزل على الجُزر.

يمكـن أن يُثْبِـت البحـر أنه مصـدرٌ للطـاقـة أكثـر نظـافـةً حتـى من الـريـاح.

تسلك شركة «بيلاميس لطاقة الأمواج» ـ ومقرها في إدنبرة، المملكة المتحدة ـ نهجًا مختلفًا. إنها تستخدم مجموعة من خمس طوّافات متصلة تطفو على سطح المحيط، وتتلوى مع الأمواج كالثعبان. تتحرك القطاعات بشكل مستقل، وتقوم المضخات الهيدروليكية عند كل مفصل باستخدام الحركة لدفع السوائل إلى مُوَلِّد على المحطة. تقوم الشركة حاليًا باختبار زوج من الماكينات بقدرة 750 كيلووات في موقع الاختبار بجُزُر أوركني. يتم تشغيل إحداهما من خلال مشاركة مع الشركة الإسكتلندية للطاقة المتجددة، ومقرها في جلاسجو. لقد ساعد استخدام مكونات جديدة على الحدّ من التآكل والبلَى الداخليين في النظام الهيدروليكي، وتعمل الشركة الآن على تطوير خوارزميات، من شأنها السماح للجهاز بضبط كل مضخة على حدة من الست عشرة مضخة هيدروليكية؛ بهدف تعظيم إنتاج الطاقة من حركته فوق الأمواج.

لقد واجهت الشركة بعض الظروف الصعبة في العام الماضي عندما انسحبت شركة الطاقة الألمانية E.ON من مشاركة معها عقب مشروع استمر لمدة ثلاث سنوات لاختبار أحد الأجهزة في جزر أوركني، غير أن ريتشارد يِم ـ مؤسس الشركة ورئيسها التنفيذي ـ لا يزال متفائلًا، ويقول إن ذلك الجهاز لا يزال في المياه، ولا يزال ينتج الطاقة. ويعترف يِم بأن الشركة بحاجة إلى تعزيز ارتباطها بقطاع صناعة الطاقة، قائلًا: «نحن بحاجة إلى المهارات الصناعية الكبيرة المتوفرة لدى الشركات الكبرى».

ومن أسباب قلة الاهتمام التجاري الذي حظيت به طاقة الأمواج أن أحدًا لم يتمكن بعد من إنتاج ماكينات يمكنها الصمود أمام هيجان البحار وأمواجها المتلاطمة، وإنتاج الكهرباء على مدار الساعة لفترات طويلة، حسب قول أنجوس ماكرون، كبير المحررين بشركة «بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة». يقول ماكرون: «هذه الشركات أنفقت الكثير من المال. والآن، تجد الصناعة أنه يتعين عليها إنفاق أموال أكثر بكثير؛ للحصول على أجهزة يمكن تسويقها على نطاقٍ تجاري».

آلات خضراء

لقد واجهت صناعة الطاقة البحرية أيضًا منظِّمين حذرين، يدركون جيدًا الجدل المثار حول نفوق الطيور، الذي أحدثته توربينات الرياح. وقبل السماح لشركة توربينات التيارات البحرية ببدء أعمال الاختبار، تعيّن عليها وضع راصدين للفُقمة على قمم التوربينات، يسارعون إلى الضغط على زر طوارئ؛ لإيقاف التوربين في حال اقتراب فُقمات (وهو ما لم يحدث). كما أن المخاوف من أن التوربينات المثبتة على قاع البحر من تصميم شركة أوبن هايدرو OpenHydro في دبلن، أيرلندا، يمكن أن تحوّل الحيتان القاتلة إلى «سوشي حيتان» كادت أن تقضي على مقترح لاختبار تلك التوربينات في مدخل بوجيه ساوند بالقرب من سياتل، واشنطن.

تقول جايل زايدلوسكي ـ عالمة الأحياء المتخصصة في السَّمك بجامعة ولاية ماين في أورونو ـ إنها تمكنت من الحصول على قدْرٍ محدودٍ من البيانات عن السَّمَك الذي يتحرك

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

حول وعبر وحدة الطاقة المتجددة من حركة المد والجزر بالمحيط في ولاية ماين. ويبدو أن أغلب السَّمَك يتجنب التوربين، حسب قول زايدلوسكي، ولكنها تتساءل: «ما الذي يمكن أن يحدث إذا كان هناك توربين آخر بجانبه؟» لا يزال فريق البحث معها يجمع بيانات خط الأساس. ويكمن هدفها في تحسين النماذج المتوفرة لديها، وتقدير حجم العمل الميداني المطلوب؛ لتحديد الآثار السلبية المحتملة.

البعض الآخر مشغول في المختبر، حيث قام علماء الأحياء بوزارة الطاقة في الولايات المتحدة بالدفع بسَمَك خلال توربينات، وتعريضه لمجالات كهرومغناطيسية تشبه تلك التي تحيط بالكابلات التي تنقل الطاقة الكهربية المتولدة إلى الشاطئ. يبدو أن أيًّا من ذلك لم يتسبب في أي ضرر دائمٍ، وفقًا للوزارة. وفي حالة الحوت القاتل بمدخل بوجيه ساوند، درس الباحثون بوزارة الطاقة في مختبر شمال غرب المحيط الهادئ الوطني في ريتشلاند ومختبرات سانديا الوطنية في ألبوكيرك، نيو مكسيكو، السيناريو الأسوأ: ماذا لو حَشَرَ حوتٌ قاتل مُحِبٌّ للاستطلاع رأسَه داخل أحد التوربينات؟ نقّبت فرق البحث في المادة العلمية المتوفرة، واختبرت مختلف المواد المطاطية التي تحاكي بشرة الحوت، كما طوّرت نموذجًا لفهم الآثار المحتملة لضربة ريشة التوربين (انظر: go.nature.com/aaptn2). عندما جرفت الأمواج حوتًا ميتًا إلى الشاطئ بالقرب من سياتل في العام الماضي، قام العلماء بعمل أشعة مقطعية للجمجمة؛ لتحديد سُمْك الجلد، والطبقة الدهنية، واستخدموا تلك المعلومات لتحسين النماذج التي لديهم. كما أخذ الباحثون أيضًا أجزاء من جلد الحوت، واختبروا قوتها في المختبر.

أظهرت نتائج الدراسة، التي صدرت في يناير الماضي، أن الحوت الأزرق الذي يتعرض لضربة من ريشة توربين على رأسه ربما سيواصل السباحة، وقد تلقّى ما يزيد على الكدمة بقليل، حسب قول أندريا كوبنج عالمة بيولوجيا المحيطات من مختبر شمال غرب المحيط الهادئ الوطني، التي قادت هذه الدراسة. تقول كوبنج: «عندما يرتطم حوت بسفينة، فإن انكسار عظمة الفك هو الذي يسبب الموت، لكن في حالة التوربين.. لم تكن هناك قوة كافية لحدوث ذلك». وتمت الموافقة على مقترح اختبار التوربينات في مدخل بوجيه ساوند من قِبَل اللجنة الاتحادية لتنظيم الطاقة في 20 مارس الماضي.

ترأّس كوبنج أيضًا ائتلافًا دوليًّا يضم كافة جهود البحوث البيئية المتعلقة بتطوير أنظمة استخراج الطاقة من الأمواج ومن حركة المد والجزر. يهدف هذا التعاون إلى تحديد الآثار الأرجح لتلك الأنظمة على البيئة، وتركيز البحوث عليها.

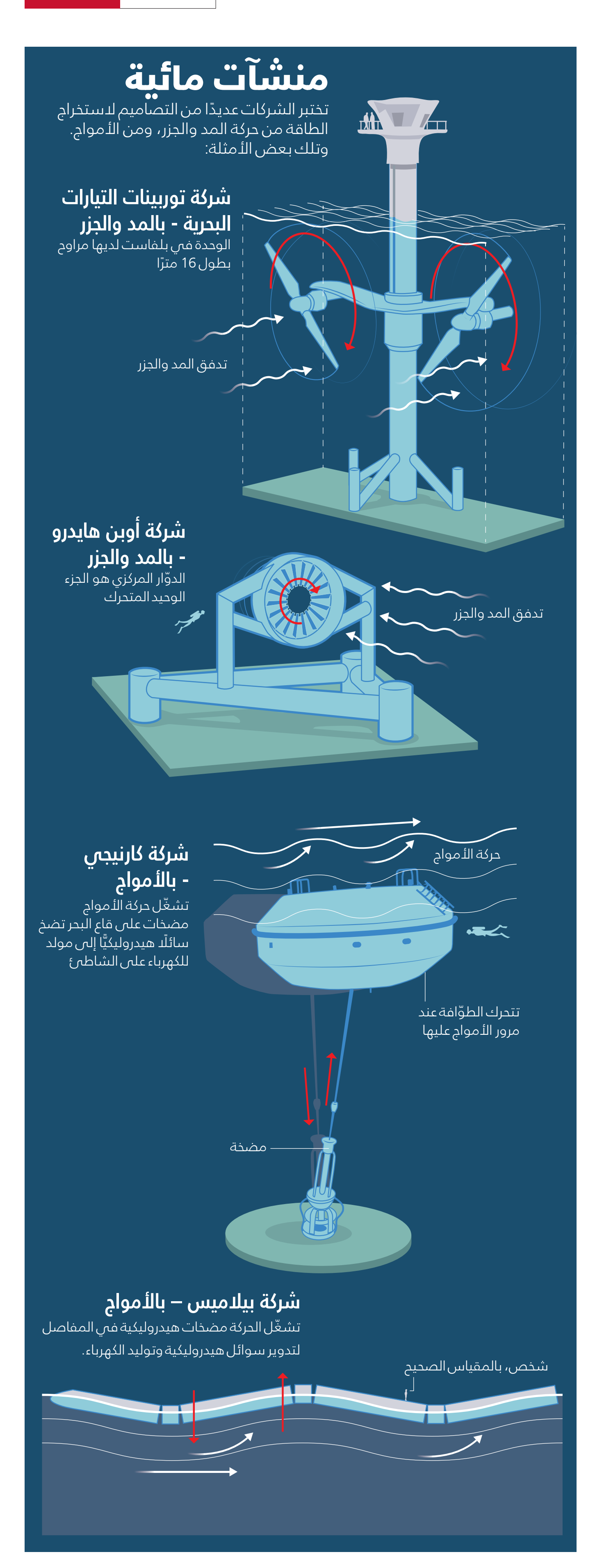
ركّز التقرير الأول للائتلاف، والذي صدر في يناير 2013، على ثلاثة مجالات: التفاعلات مع الحيوانات، وضوضاء التوربينات، وتأثير أخذ الطاقة من نظام البيئة البحرية، وتباطؤ تدفق المياه. حتى الآن، وفقًا لتقرير الفريق، لا توجد أدلة على تأثيرات كبيرة على الحيوانات البحرية أو تدفق المياه، رغم أنه يصعب التكهن بتأثير استخدام مصفوفات كبيرة من التوربينات.

قد تكون مسألة الصوت أكثر صعوبة في حلها. قام الباحثون بأخذ قياسات مفصّلة على الأنواع المختلفة من الآلات المستخدمة، وعرّضوا السَّمَك لمستويات من الصوت تكافئ تلك التي يمكن أن يتعرض لها لو كان عمليًّا مربوطًا إلى التوربينات لمدة 24 ساعة. باستثناء بعض التلف في الأنسجة، ربما يعادل ما قد يتعرض له مراهق إثر حضوره حفلًا لموسيقى الروك، تقول كوبنج إن السمك بدا على ما يرام، غير أنه يصعب التنبؤ بالآثار الأكبر الناجمة عن مصفوفة من تلك الآلات في بيئة مشبعة بالفعل بالصوت، نتيجة حركة المياه، وأزيز محركات السفن. إنّ القليل من الضوضاء قد يساعد الحيوانات على تجنب الآلات، لكن الكثير منها يمكن أن يسبب متاعب للحيتان وغيرها من الحيوانات التي تستخدم الصوت في التواصل فيما بينها. تقول كوبنج: «معظم هذه المشروعات، أو كلها، سيحتاج إلى قدر كبير من الرصد والمراقبة. فالمحيطات هي الفِناء الخلفي للجميع».

يتفق المطورون والباحثون وخبراء البيئة جميعًا على شيء واحد: فَهْم الاقتصاديات والآثار البيئية المترتبة التي تحتاجها الصناعة؛ لتتمكن من وضع المزيد من تلك الآلات في الماء. يقول ماكرون من شركة «بلومبرج» إنه من المرجح خفض التوقعات من طاقة الأمواج في التقييم المقبل الذي تصدره الشركة، بسبب انخفاض الاهتمام الذي تبديه الصناعة، وإلغاء بعض المشروعات، إلا أنه يعتقد أيضًا أن القطاعين في هذه الصناعة سينضجان في نهاية المطاف.

يُعَدّ خليج فاندى بكندا أحد النقاط الساخنة حاليًا، حيث سيستضيف قريبًا ثلاثة مشروعات، بما في ذلك تركيب محطة بقدرة 4 ميجاوات تتألف من ماكينتين من إنتاج شركة «أوبن هايدرو»، ستنتج قدرة تكفي لإمداد 1000 منزل بالطاقة بحلول عام 2015. وإذا سارت الأمور على ما يرام، فإن الشركة تأمل في التوسع في مصفوفة الأجهزة؛ لتوليد 300 ميجاوات في نهاية المطاف. ورغم أن هذا يعادل فقط محطة كهرباء واحدة صغيرة تعمل بالفحم، فإنه سيمثل خطوة مهمة إلى الأمام في مجال استخراج الطاقة البحرية. يقول ماكرون: «سوف تنطلق في نهاية المطاف.. فهناك الكثير من الطاقة في البحر». ■

جيف توليفسون يكتب لدوريّة «نيتشر» في مجال الطاقة والبيئة.



NIK SPENCER/NATURE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اشتعال صناعة الوقود الحيوي

جيلٌ جديد من محطات الطاقة يمكنه إنتاج الوقود السائل تقريبًا من أي مخلفات عضوية، بدايةً بأعواد الذرة ورقائق الخشب، ووصولًا إلى فضلات وقمامة المدن.

كيم كريجر

مع نهاية عام 2015، ستُزوَّد كل محركات طائرات الخطوط الجوية البريطانية التي تقلع من مطار مدينة لندن بوقود مُصنّع بالكامل من القمامة، كالورق، وبقايا الطعام، وقصاصات الحشائش وأعشاب الحدائق، وغيرها من المخلفات العضوية التي يتخلص منها سكان المدينة.

وسوف تُعالَج هذه المخلفات ـ قبل ضخها في الطائرات ـ في محطة جرين سكاي GreenSky لندن للوقود الحيوي، التي يجري العمل على تشييدها الآن في الجانب الشرقي من المدينة. ومن المتوقع أن تستقبل المحطة كل عام نحو 500 ألف طن من مخلفات المدينة وفضلاتها، حيث ستُحوَّل المكونات العضوية في هذه المخلفات إلى 60 ألف طن من وقود الطائرات، وهي كمية تماثل وقود الديزل الممتزج بالنفط الخفيف (النافثا naphtha) الذي يشبه البنزين، و40 ميجاوات من الكهرباء.

من النادر ملاحظة مثل هذه الكمية من الإنتاج في محطات تكرير النفط التقليدية، التي تُنتِج عادةً خلال أسبوع واحد فقط قدرًا مماثلًا من الطاقة، لكن، وكما يقول ناثانيل جرين، مدير سياسة الطاقة المتجددة في مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية في مدينة نيويورك: «إن توفير مخلفات حيوية كافية لتشغيل محطة في حجم محطات تكرير النفط يبدو أمرًا صعب التصديق». وتمثل محطة جرين سكاي لندن نموذجًا للاتجاه نحو الجيل الثاني من مفاعلات الوقود الحيوي التي تتغذى على كل شيء تقريبًا ـ من أعواد الذرة، ورقائق الخشب، والفضلات الزراعية، بالإضافة إلى قمامة المدن- بل وصغيرة الحجم أيضًا. والأمل معقود على تخفيض تكاليف الانتقالات من خلال إنشاء محطات الوقود الحيوي بالقرب من المخلفات الحيوية، بدلًا من العكس.

يقول أنصار هذه المحطات إن تقنيات التحفيز المبتكرة وتصميمات هذه المحطات بأحجام صغيرة ستجعل الجيل الثاني من محطات الوقود الحيوي ليس صديقًا للبيئة فحسب، بل ومربحًا بما يكفي للتنافس مع الوقود النفطي، دون الحصول على أي دعم. وما زالت هناك مخاوف تجاه مدى واقعية هذا الطموح، لكنْ مَنحت بعض الجهات هذه المحطات على الأقل فرصة المحاولة، حيث بدأت تنتشر المحطات التجارية من فنلندا إلى الميسيسيبي إلى ألاسكا.

يقول جرين إذا نجحت محطات الجيل الثاني، فإنها ستحقق على الأقل ميزة جوهرية على سابقاتها من خلال تقديم طريقة منخفضة الكربون لإنتاج وقود يلائم المركبات الحالية.

لا تزال مشكلة التوافق المحدود في هذا الصدد من المشكلات الجوهرية التي تهدد الجيل الأول من محطات الوقود الحيوي، المعتمدة على الطرق التي تم تطويرها عبر آلاف السنين في صنع الجعّة والنبيذ والخمور بصفة عامة، إذ تطحن هذه المحطات المنتجات الصالحة للأكل، مثل الذرة وقصب السكر، وتضيف الماء والخميرة وتترك التخمر يأخذ مجراه الطبيعي، والنتيجة هي كميات وفيرة من الكحول الإيثيلي الذي يصلح كوقود ممتاز ويمكن مزجه بالبنزين.

وثمة عواقب خطيرة لصنع الوقود من الغذاء في عالم يعجّ بالسكان ويعاني من محدودية الأراضي الصالحة للزراعة. فعلى مدار عقد كامل أو يزيد، كانت صناعة الوقود الحيوي تعمل على اكتشاف طرق اقتصادية لاستخدام أعواد الذرة ورقائق الخشب وغيرها من المنتجات الثانوية التي تُلقى حاليًا في القمامة. وقد شكل ذلك تحدِّيًا كبيرًا لتقنيات التخمُّر، لأن هذه المواد تحتوي على جزيئات قوية ذات سلاسل طويلة من الجزيئات، مثل السليولوز واللجنين، التي لا تَقْدِر الخميرة على هضمها. وخلال السنوات الخمس أو العشر الماضية، نجحت التطورات التقنية التي تتضمن المعالجة المسبقة باستخدام الأحماض والإنزيمات في التغلب جزئيًّا على هذا العائق، ويجري حاليًا إنشاء المحطات التجارية لتصنيع الإيثانول السليولوزي في أيوا، وكانساس (انظر: *Nature* **507**, 152-153; 2014).

عقبة مستمرة

وحتى هذه المحطات لن تستطيع التغلب على أكبر عقبة لوسائل التخمُّر؛ «حاجز المزج»: وهو الحد الأقصى من كمية الإيثانول التي يمكن خلطها بالبنزين، دون أن يتسبب ذلك في تآكل أنابيب الوقود ومحركات السيارات. وتتراوح قيمة حاجز المزج في النماذج الحديثة بين 10 و15 في المئة، وتنتج محطات التخمير من الجيل الأول بالفعل إيثانولًا يكفي للوصول إلى هذه النسبة، غير أن كثيرًا من معامل تكرير الإيثانول الأمريكية التي أُنشئت في العقد الماضي قد توقف تمامًا عن العمل، بعد أن غدت ضحية لارتفاع الأسعار وتَشَبُّع السوق.

أدَّت هذه الحقيقة مجتمعةً مع تسع سنوات من ارتفاع أسعار النفط لمستويات فلكية ـ حيث يدور سعر برميل النفط الآن حول 100 دولار أمريكي ـ إلى تكثيف الأبحاث في المفاعلات الحرارية الكيميائية التي تحوِّل كتلة المخلفات الحيوية مباشرةً إلى وقود، بدلًا من الإيثانول الذي يَستخدِم الحرارة والعناصر المحفزة.

والتحويل إلى الغاز gasification هو أكثر وسائل التحويل الحراري الكيميائي شيوعًا، حيث يتم تسخين المواد الغنية بالكربون مثل الفحم أو رقائق الخشب أو فضلات المدن لإنتاج غاز مركب syngas يتألف من الهيدروجين وأحادي أكسيد الكربون مع كميات طفيفة من ثاني أكسيد الكربون وغيرها من الغازات (انظر: 'مسار الوقود'). وفي محطة جرين سكاي لندن، تقوم وحدة أو أكثر من وحدات التحويل إلى غاز، التي طورتها شركة سولينا فيولز Solena Fuelsالمتخصصة في الطاقة المتجددة في واشنطن دي سي، بإنجاز هذه العملية من خلال تسخين المخلفات الحيوية بقذائف من البلازما المؤينة، التي تسخن المواد حتى 3500 درجة مئوية. وتستهلك المشاعل في هذه الوحدات طاقة أكثر من أي وسيلة أخرى للتحويل إلى غاز، يتم فيها تسخين كتلة الفضلات الحيوية من أسفل على طبقات من الرمال أو مواد أخرى. وقد تم اختيار محطة جرين سكاي لندن لاستخدام هذه المشاعل، لأن مكونات مخلفات وفضلات المدينة تتفاوت تفاوتًا بيِّنًا. ومن خلال تعديل درجة الحرارة في المشاعل، يمكن الحفاظ على تماثل محتوى وعناصر الغاز المركب. إنّ التجانس مهم للغاية لتهيئة المرحلة الثانية من العملية، التي يُرسَل فيها الغاز المركب إلى مفاعل كيميائي، في حالة محطة جرين سكاي لندن من إنتاج شركة فيلوسيز Velocys في بلين سيتي، أوهايو، حيث يمر الغاز المركب بعملية التفاعل فيشر - تروبش Fischer–Tropsch التي تمزج الهيدروجين وأحادي أكسيد الكربون في هيدروكربونات طويلة السلسلة. وقد صنّعت شركة فيلوسيز هذه الوحدات بحجم صغير على غير المعتاد من خلال تقليل حجم جزيئات التحفيز التي تحتوي على الكوبالت إلى مستوى النانومتر وترتيبها على امتداد سلسلة من القنوات المجهرية، التي توجه مسار الغاز المركب، وتجعل سطح التفاعل فعليًّا يضاهي مثيله في الوحدات الكبيرة للتحويل إلى غاز.

وعند تصنيع وحدات فيشر – تروبش، روعي أن يكون تركيبها من خلال تجميع وحدات منفصلة جاهزة بقدر الإمكان، حتى يصبح بالإمكان توصيل الوحدات ببعضها

NATURE.COM
لمزيد من المعلومات عن مصادر صغيرة ومحلية للطاقة، انظر:
go.nature.com/nubllr

مسار الوقود

لطالما استخدمت صناعة الوقود الحفري عمليتي التحويل إلى الغاز والانحلال الحراري في إنتاج الوقود السائل. وهاتان التقنيتان كلتاهما تستخدمان الآن لتحويل الفضلات الحيوية إلى وقود يمكن تحويله إلى ديزل وبنزين.

PAUL JACKMAN/NATURE

التحويل إلى الغاز

الانحلال الحراري

كتلة المخلفات الحيوية
رقائق الخشب، والفضلات الزراعية، وقمامة المدن

وحدة التحويل إلى الغاز
تسخن كتلة المخلفات الحيوية إلى درجة حرارة 900 درجة مئوية أو أكثر

غاز مركب

مفاعل فيشر – تروبش
يحول الهيدروجين وأحادي أكسيد الكربون إلى هيدروكربونات سائلة

النفط الحيوي

محطة التكرير
تستخدم معدات النفط نفسها في تكرير الوقود

الديزل، والنافثا، ووقود الطائرات، والبنزين

مفاعل الانحلال الحراري
يسخن كتلة المخلفات الحيوية إلى 500 درجة مئوية في غياب الأكسجين

النفط الحيوي

البعض في محطات الطاقة. يقول نيفيل هارجريفز، مدير تطوير الأعمال في شركة فيلوسيز: «تحتاج أن نحقق التوفير، ليس فقط من خلال حجم وحدات التفاعل فقط، بل أيضًا من خلال الطريقة والأسلوب الذي تصنع به هذه الوحدات.»

وهناك مثال آخر للأنظمة المضغوطة، وهو وحدة التحويل إلى غاز «بايوماكس» BioMax التي طوّرتها شركة كوميونيتي باور Community Power في إنجلوود، بولاية كولورادو. تقول الشركة إن الوحدة يمكن تركيبها من أجزاء جاهزة، وهي صغيرة بما يكفي، حتى إنه يمكن وضع أربع وحدات في حاوية شحن عادية، ويمكنها أن تعمل بأي نوع من الفضلات الحيوية، بدءًا من قطع الطعام، إلى الورق المقوى وشرائح الخشب. ويمكن استخدام الغاز المركب المنتج، بدلًا من الغاز الطبيعي، في التسخين أو التبريد أو توليد الكهرباء. وتستطيع وحدة واحدة من وحدات التحويل إلى غاز توليد 150 كيلووات تقريبًا، وهي طاقة تكفي لتزويد 25 ـ 50 منزلًا بالطاقة، أو تشغيل ثلاثة متاجر، أو تشغيل المعدات الحيوية في المستشفيات. وفي المستقبل القريب، سوف يصبح بالإمكان ربط وحدات «بايوماكس» بمفاعل فيشر – تروبش، وإنتاج الديزل الحيوي كذلك.

في عام 2011، اشترت شركة «أفوجناك نيتيف» Afognak Native ، التي يملكها سكان أصليون من جزيرة أفوجناك بألاسكا، شركة «كوميونيتي باور»، وتأمل شركة «أفوجناك نيتيف» أن تبيع الوحدات لجميع سكان ألاسكا وشمال كندا، حيث تباع الكهرباء ووقود مركبات النقل والمواصلات بأسعار باهظة.

الاحتراق النظيف

من أفضل مزايا طريقة تحويل الوقود الحيوي إلى غاز على مرحلتين هو تحوُّل معظم الغاز المركب إلى هيدروكربونات، بلا روابط مزدوجة أو تكوينات حلقية، مما يعطينا وقودًا نقيًّا ونظيفًا، يحترق بالكامل دون تلويث البيئة، لكن هذه الميزة لم تمنع الباحثين من استكشاف بديل يتكون من مرحلة واحدة. وفي طريقة الانحلال الحراري pyrolysis، تُسخّن الفضلات الحيوية ـ في غياب الأكسجين ـ حتى 500 درجة مئوية، وتتحول إلى سوائل عضوية مباشرة. ويمكن تنقية هذه السوائل لتتحول إلى وقود باستخدام تقنية قياسية. ويرى مارك نيملوس، كبير العلماء في المختبر الوطني للطاقة المتجددة في بولدر في كولورادو، أن تقنية الانحلال الحراري غير ناضجة نسبيًّا، مقارنة بتقنية (التحويل إلى غاز)، لكنه يستطرد بأن ذلك قد يُعتبر ميزة، ويقول: «هناك احتمالات كبيرة للتحسين».

شرعت شركات عدة بالفعل في اختبار الجدوى التجارية للتكنولوجيا. فعلى سبيل المثال.. تتعاون شركة يو أو بي UOP في دي بلين، بولاية إلينوي، التابعة لشركة هني ويل إنترناشيونال Honeywell International العملاقة مع شركة إنسين تكنولوجيز Ensyn Technologies في ولاية أوتاوا؛ لتسويق وحدات المعالجة الحرارية السريعة من إنتاج شركة إنسين. وتتوقع الشركتان تركيب هذه الوحدات بجوار مصانع الخشب، حيث تستطيع كل وحدة تحويل مخلفات الخشب إلى 76 مليون لتر من نفط الانحلال الحراري كل عام، وهي كمية تكفي لتدفئة 31 ألف منزل، إذا تم حرقها مباشرة كنفط تدفئة، أما إذا تم تكريرها وتحويلها إلى بنزين؛ فستوفر هذه الكمية الوقود اللازم لنحو 35 ألف سيارة.

تخطط شركة جرين فيول نورديك Green Fuel Nordic ـ وهي شركة لتكرير الوقود الحيوي ومقرها كيوبيو في فنلندا ـ لتركيب وحدة واحدة على الأقل بتقنية المعالجة الحرارية السريعة في مدينة إيسالمي الفنلندية؛ لتقوم بمعالجة المخلفات الناتجة عن صناعة الغابات المكثفة في الدولة. تتعاون الشركة كذلك مع المفوضية الأوروبية في تحديد مجموعة من معايير الجودة لوقود الانحلال الحراري. وإحدى المشكلات التي تحتاج إلى التغلب عليها: ما ينتج عن هذه العملية من قار، وهو بمثابة ترسب صمغي من الجزيئات طويلة السلسلة التي يصعب تكريرها. والمشكلة الأخرى هي الأكسجين الذي يوجد بوفرة في المخلفات الحيوية، ويتفاعل مع نفط الانحلال الحراري؛ ليشكل الأحماض العضوية التي تؤدي إلى تآكل خطير في معدات التكرير. وتهدف أغلب أبحاث نفط الانحلال الحراري إلى إيجاد طرق أفضل للتعامل مع كل هذه الملوثات. وتتمثل الطريقة الأسهل في الوقت الحالي لإزالة الأكسجين في إضافة الهيدروجين الجزيئي المستمَد من الغاز الطبيعي، ولكن ذلك سيؤدي إلى إضعاف جاذبية نفط الانحلال الحراري الصديق للبيئة، ويرفع التكلفة.

بالطبع لا تزال الجدوى المالية لأيٍّ من تقنيات الجيل الثاني لمحطات الوقود الحيوي غامضة وغير محددة. فقد بلغت تكلفة إحدى أكثر المحطات الحيوية تقدمًا في العالم وتعمل بتقنية الانحلال الحراري 225 مليون دولار في كولومبوس بولاية ميسيسيبي. وهذه المحطة مملوكة لشركة «كيور» KiOR التي تعمل في مجال الطاقة المتجددة، ومقرها باسادينا بولاية تكساس، وقد أكدت المحطة جدواها التقنية من خلال إنتاج 3.5 مليون لتر من البنزين والديزل من مخلفات الخشب في 2013، وهي كمية تعادل ما ينتجه معمل تكرير نفطي تقليدي في يوم واحد فقط، لكنّ «كيور» ـ التي أغلقت معمل كولومبوس؛ من أجل الترقية والتطوير في شهر يناير ـ لن تستطيع توفير نفقات التشغيل بعد شهر أغسطس، وقد دبرت المال اللازم لتكاليف ونفقات هذه الفترة، لأنها نجحت في الحصول على قرض قيمته 25 مليون دولار في بداية الشهر من رجل الأعمال والمستثمر المشارك فينود خوسلا الذي موَّلت شركته «خوسلا فينتشرز» Khosla Ventures المشروعَ في الأصل.

في محطة جرين سكاي لندن، لا تزال الجدوى الاقتصادية مسألة غير واضحة أيضًا، لكنّ شريكاتها – فيلوسيز، وسولينا، والخطوط الجوية البريطانية ـ تقدم كثيرًا من الدعم ، ولم تفصح عن تكلفة المحطة، كما أن أيًّا منها لا تعتبر التكلفة هي المشكلة الرئيسة. فالخطوط الجوية البريطانية تأمل أن تساعدها المحطة في الوفاء بأهدافها من تخفيض انبعاثات الكربون التي يفرضها الاتحاد الأوروبي، مع ضمان توفير كمية منتظمة من وقود الطائرات، دون أن تتعرض لتقلبات السوق التي تكتنف سوق النفط. وتأمل كلٌّ من شركة سولينا، وفيلوسيز أن تكون محطة جرين سكاي لندن هي الأولى من محطات الطاقة التي تلبِّي احتياجات المطارات حول العالم.

يقول هارجريفز: كل حقل أو غابة أو مكب للنفايات يصلح لأنْ يكون مصدرًا محتملًا للوقود لهذه المحطات. وستظل الحاجة ملحة دائمًا إلى الوقود السائل. ويكمل هارجريفز قائلًا: «في غضون خمسين عامًا، ربما تعمل وسائل الانتقال جميعها بالكهرباء»، لكن الطائرات تتطلب مستوى من الطاقة المكثفة، لا تستطيع البطاريات توفيرها. وسيظل الوقود السائل، على حد قوله، «مطلبًا أساسيًّا، من الصعب إيجاد بديل له». ■

كيم كريجر، كاتب حر في نورووك، كونيكتيكت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ILLUSTRATIONS BY PETE ELLIS/WWW.DRAWGOOD.COM

اجمع البيانات الجينية، واستخدِمْها في الرعاية الصحية

يجب أن يصبح البحث في الطرق التي يمكن بواسطتها للمتغيرات الجينية توجيه العلاجات الناجحة جزءًا من الممارسة الإكلينيكية الروتينية وسجلّاتها، حسب ما يقوله جيفري جينسبرج.

تتزايد أعداد الأشخاص الذين يحصلون على تسلسل للحمض النووي الخاص بهم، ولكنّ استخدام البيانات الجينية لاتخاذ قرارات طبية لا يزال متأخرًا. فقد مضى أكثر من عقدٍ من الزمان منذ الإعلان عن اكتمال مشروع الجينوم البشري، وقد اعتُبِر أقل من 60 متغيّرًا جينيًّا جديرًا بالاستخدام في مجال الرعاية الإكلينيكية، معظمها يختصّ بحالات شديدة جدًّا لدى الأطفال الصغار[1].

ويمكن لهذه المتغيّرات الجينيّة أن توجّه القرارات الطبية (انظر: «الجينات التي يستعملها الأطباء»)، فاستنادًا إلى بعض التقديرات.. فالنساء اللواتي يحملن متغيّرات معينة في جين BRCA معرّضات بنسبة 80% للإصابة بسرطان الثدي؛ مما يدفع بعض حاملات الطفرة إلى اختيار استئصال الثدي وقائيًّا. والكشف عن الجينات المعيبة المشارِكة في نقل الحديد يمكنه أن ينبّه الأفراد المتأثرين بها إلى ضرورة تغيير نظامهم الغذائي؛ لتجنّب الإصابة بالهيموكروماتية (داء ترسّب الأصباغ الدموية)، وهو عبارة عن تراكم سامّ للحديد، يؤدّي إلى الإضرار بالكبد والقلب وغيرهما من الأعضاء. كذلك يمكن للطفرات في جين EGFR الإشارة إلى ما إذا كان سرطان الرئة سيستجيب للأدوية باهظة الثمن ذات الآثار الجانبية الأقل، أم لا، مقارنةً بالعلاج الكيميائي التقليدي. هذا.. وبعد خمس سنوات من تسويق اختبارات الجين EGFR، كان 6% فقط من المرضى المناسبين في الولايات المتحدة يُجْرُون التنميط الجيني. ويرجع ذلك ـ جزئيًّا ـ إلى أن أطباءهم لم يكونوا على دراية بهذه الاختبارات[2].

استُخدمت التجارب الإكلينيكية لتقييم ما إذا كانت المعلومات الجينومية ذات فوائد عملية، أم لا. وقد أظهرت دراسة[3] أُجريت على 2000 مريض تقريبًا من المصابين بفيروس نقص المناعة (الإيدز) أن الفحص ◄

الجيني للمتغيّر الذي يُطلق عليه HLA -B*5701 يمكن أن يساعد على حدوث تفاعلات سامة تجاه عقار الأباكافير، المستخدَم في علاج الإيدز. وهذه حقيقة مدوَّنة الآن في المبادئ التوجيهية العلاجية في الولايات المتحدة. وفي العام الماضي، قيّمت تجربتان عشوائيّتان منفصلتان[4,5] ما إذا كان يتعين على التنميط الجيني توجيه استخدام الوارفارين، الموصوف لمنع تجلُّط الدم، أم لا. وقد توصّلت الدراستان إلى استنتاجات مختلفة، ربما للدلالة على أن تجارب كهذه ليست دائمًا أفضل طريقة لتقييم استخدام الاختبار الجيني.

الأكثر من ذلك.. هو أن تجارب كهذه قد تستغرق سنوات، وتكلِّف ملايين الدولارات لاستكمالها، وعادةً ما تدفعها شركات الأدوية، على أمل بيع منتج معيّن، لكن جزءًا صغيرًا فقط من المتغيّرات الجينية هو الذي يرتبط بالفرص التجارية.

في الوقت نفسه، تتزايد أعداد المتغيّرات الجينية المثيرة للاهتمام. فقد كشَف تحليلُ الجينومات الوَرَمِيّة عن حوالي 140 جينًا، تسبب طفراتُها السرطان[6]. وقد أطلقت كل من المملكة العربية السعودية، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة مشروعات ستعمل ـ في مجملها ـ على وضع التسلسل الجينومي لما يقرب من 100,000 شخص. وقد قُدِّرت قيمة سوق التسلسل الإكلينيكي بأكثر من 2 مليار دولار أمريكي.

«قُدِّرت قيمة سوق التسلسل الإكلينيكي بأكثر من 2 مليار دولار أمريكي».

لكي تكون هذه الاستثمارات مجدية، يجب أن تتوفر وسيلة فعّالة لتقييم ما إذا كانت المعلومات الوراثية ستؤدي إلى رعاية صحية أفضل، أم لا. يتمثّل أحد الحلول في جمع الأدلة أثناء الرعاية الإكلينيكية الروتينية، أو في قول آخر... يجب على النظُم الصحية أن تتبنى الإجراءات البحثية، وهو ما يتطلب استثمارات ضخمة في طُرُق العمل، والنُّظُمِ المعلوماتية، وتقنيات تحليل البياناتِ الجديدة.

من الممكن أن يصل عدد المتغيّرات المفيدة إكلينيكيًّا إلى الآلاف بوجود البِنْيَة التحتية المناسبة، مما يجعل الجينوميّات أساسيّةً للرعاية الطبية[7]. ففي الولايات المتحدة ـ التي أركِّز عليها في هذا المقال ـ هناك قطاع صحي كبير مجزّأ، يشجّع العديد من الجهات المستقلة التي يمكنها بذل الجهد من أجل العمل الجماعي، على نقيض نظامٍ وطني لتقديم الرعاية الصحية، مثل خدمات الصحة الوطنية في المملكة المتحدة، ولكنّ الحاجة إلى نُظُم الرعاية الصحية التي تُوَجِّه تبقى متماثلة في جميع أنحاء العالم.

الجمع بين الرعاية والبحث

هناك منظمات رعاية صحية تعمل على وضع طُرُق لجمع الأدلة من الرعاية المستمرة؛ بغرض تحسين نتائج المرضى. وتعمل هذه الجهود بشكل منهجي على تحليل البيانات الإكلينيكية من الدوريّات المحكَّمة من قِبَل النظراء، وإدخال النتائج المختارة في الرعاية الإكلينيكية، ثم تُتَابِع النتائج وتقيِّمها.

ومن أفضل الأمثلة على «نظام الرعاية الصحية المُوَجِّه» نظام جايزنجَر الصحي، الذي يخدم 2.6 مليون مريض في ولاية بنسلفانيا. فعند تشخيص حالة مرضية مزمنة، مثل السكري، أو قصور القلب، أو الاكتئاب، توضع رعاية المرضى والنتائج التي تؤدي إليها تحت المراقبة. وتُستخدَم مقاييس معينة ـ

الجينات التي يستعملها الأطباء

يمكن للمتغيرات الجينية أن تحدِّد ما إذا كان العلاج مؤذيًا، أم شافيًا.

الحالة	الجين أو المتغير الجيني	العمل
التليّف الكيسي	CFTR-G551D (بالإضافة إلى ثمانية متغيرات أخرى)	اخْتَر الدواء الفعال فقط لدى المرضى الحاملين لهذه المتغيرات.
الإيدز	*HLA-B*5701*	تجنَّبْ استعمال عقار الأباكافير المستخدَم في علاج فيروس الإيدز. اختر دواءً بديلًا أقل سُمِّيَّة للمريض.
الميلانوما (الورم الميلانيني)	BRAFV600E/K ومتغيّرات أخرى شبيهة	اخْتَر الدواء الفعال فقط لدى المرضى الحاملين لهذه المتغيرات.
سرطان الرئة	*EGFR*	اخْتَر الدواء الفعال فقط لدى المرضى الحاملين للطفرات الأساسية.
تاريخ عائلي للإصابة بسرطان الثدي	*BRCA1/BRCA2*	اخْتَر التحري عن قُرْب، أو استئصال الثدي الاستباقي الوقائي.

كمعدلات الاستشفاء ـ للتوصية بحصول بعض الأفراد على اهتمام منسّق من قِبَل فريق من المتخصصين، يتضمّن العاملين في مجال الصحة النفسية والتغذية. وعلى مدى ثلاث سنوات، أدّى هذا إلى خفض حالات دخول المستشفيات بنسبة 18%، وبدا أنه قَلَّل الإنفاق بنسبة 7% (المرجع 8).

يعتمد نظام الرعاية الصحية المُوَجِّه على السجلات الطبية الإلكترونية (EMRs)، وهو نظام تخزين شامل ومتاح لبيانات المريض. تسمح السجلات الطبية الإلكترونية ـ على سبيل المثال ـ لنظام صحيٍّ ما بتحديد الأشخاص المصابين بداء السكري، الذين وُصِفَت لهم أيضًا أدوية ضغط الدم، وبتحديد معدّلات الفشل القلبي أو الكبدي، وفقًا لِسِنِّهم أو جنسهم.

تتكيّف العشرات من نظم الرعاية الصحية مع إجراءات أبحاث الجينوميّات[9]. وتلجأ مستشفيات عديدة ـ ومنها مستشفى مِيرسِي للأطفال في كانساس سيتي بولاية ميسوري؛ وكلية بايلور للطب في هيوستن بولاية تكساس؛ وكلية الطب في ويسكونسن في ميلووكي ـ إلى استعمال التسلسل لكشف الأمراض العصبيّة على التشخيص، بما في ذلك التهاب الأمعاء المهدِّد للحياة لدى الأطفال الصغار، والمسبِّب المحتمَل للنوبات لدى آخرين.

أما مبادرة المملكة المتحدة للجينوميات فتهدف إلى وضع التسلسل الجينومي لـ100,000 شخص، وربط البيانات الناتجة بسجلّات الخدمات الصحية الوطنية للمشاركين. وفي الولايات المتحدة، تقوم جمعية كايزر بِرمِنانت للرعاية، وجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو معًا بإجراء اختبار لمعرفة ما إذا كانت مجموعة المتغيّرات الجينية التي قُيِّمت لدى 100,000 مريض ستتمكن من تحديد أولئك الأفراد الأكثر عرضةً للمخاطر الصحية، أم لا. ووجدت[10] جامعة فاندربيلت في ناشفيل بولاية تينيسي أن 91% من جميع المرضى، و96% من المرضى الأمريكيين المنحدرين من أصول أفريقية يحملون واحدًا أو أكثر من المتغيّرات المسؤولة عن التأثير على الاستجابة لخمسة من الأدوية الموصوفة الشائعة، ومنها الوارفارين، والسيمفاستاتين، العامل الخافض للكوليسترول .

مِثْل هذه التطبيقات «الجينومية الدوائية» - التي تُستخدم فيها الواسمات الوراثية؛ للمواءمة بين الأدوية والمرضى - هي من بين أكثر المجالات الواعدة لجمع الأدلة أثناء الرعاية الإكلينيكية. وفي تايلاند، هناك حوالي 12% من الناس لديهم استعداد وراثي للإصابة بمتلازمة ستيفنز جونسن، التي تسبِّب فيها بعض الأدوية حدوث تبثُّر وطفح جلدي يهدّد الحياة. وقد رَعَت الحكومة برنامجًا، يمكن فيه لأي مواطن تايلاندي الخضوع للتنميط الوراثي؛ بغرض توقُّع ردود الفعل تجاه الأدوية الإشكالية، مثل كاربامازيبين، الذي يُستخدَم عادةً للسيطرة على النوبات. ويقدِّم مستشفى راماثيبودي في بانكوك بطاقة صحية للمرضى الذين يحملون المتغيّرات الجينية الخطرة؛ لكي يبرزوها للصيادلة، مُنَبِّهين إياهم لتوفير الأدوية البديلة. أمّا بخصوص ما إذا كان تناقص السميّة يستحق استخدام أدوية أقل فعالية، فهذا أمرٌ خاضعٌ للتقييم.

تحَرَّ.. وأَعْلِم..

تُبذل جهود أخرى لجعل المعلومات الجينومية جزءًا من الرعاية الروتينية عند زيارة الطبيب، أو البقاء في المستشفى. وحاليًّا يقوم معهد أبحاث الجينوم البشري الوطني في الولايات المتحدة بتمويل المشروعات التي تستكشِف صراحةً التطبيقات الإكلينيكية للمعلومات الجينومية من خلال السجلّات الطبية الإلكترونية. وتطوِّر شبكة السجلات الطبية الإلكترونية والجينوميات (eMERGE) ـ وهي مجموعة من تسع مؤسسات تستخدم السجلّات الطبية الإلكترونية التجارية والمحلية ـ طُرُقًا لالتقاط المعلومات الجينومية، وحفظها بشكل آمن، ودمجها في لوغاريتمات حاسوبية؛ لتوجيه الأطباء.

مع ازدياد البيانات الجينومية المُدرَجَة في السجلّات الطبية الإلكترونية، يمكن للنظم الصحية إجراء تجارب إكلينيكية «واقعية»، وهي التجارب التي تعيّن بطريقة عشوائية مجموعات من الأطباء الإكلينيكيين لدراسة تدخُّل ما (في هذه الحالة العلاجات الموجَّهة بالمعلومات الجينيّة)، مقارنةً بالرعاية المعتادة. ورغم أن المعايير المطلوبة لمعرفة كيفية تقييم النتائج واعتمادها لا تزال بحاجة إلى إعداد، فإن دراسات كهذه ستكون أقل تكلفة من التجارب الإكلينيكية التقليدية، ويمكنها جمع بيانات الأشخاص الذين يعانون من حالات متعددة، والذين غالبًا ما يُستبعدون من التجارب.

لترجمة التحليل الجيني إلى رعاية طبية مُحَسَّنة، يجب على المديرين التنفيذيين للمستشفيات، وسواهم من القادة، إعادة تصميم طريقة جمع وإدارة البيانات، بحيث يمكن استخدامها في الأبحاث. إن قواعد بيانات المريض المتوفرة حاليًا للرعاية الطبية غالبًا ما تكون غير كافية لتقييم التدخلات الصحية: فالبيانات كثيرًا ما تكون مفقودة، أو غير صحيحة، وقد يصعب، مثلًا، ربط البيانات بالتركيبة السكانية، والمواعيد، والإجراءات، والأدوية، والعلامات المهمة.

أنشأ رُوّاد نظم الرعاية الصحية التعليمية عمليات تفاهم انسيابية، ومستودعات بيانات تربط السجلات الطبية الإلكترونية بالمقاييس الجينوميّة للعيِّنات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الحيوية المخزونة للمريض. ومع ذلك.. لا يوجد تحفيز متّسق لهذه الأنظمة لبناء هذه القدرات. ويريد مسؤولو الشؤون الصحية أدلّة قبل استثمار الموارد، ولكنْ بدون تلك الاستثمارات، يصعب جمع هذه الأدلة.

هذا الأمر يجعل الخبرات المستقاة من النظم الصحية المتنوعة أَثْمَن بشكل عام. وفي يناير من هذا العام، اجتمع أقطاب المنظمة الوليدة التي شكّلتها الدول والمنظمات الدولية؛ لمناقشة جهودهم لتقييم كيفية تأثير المتغيّرات الجينية على تحسين الرعاية الإكلينيكية. والبرامج هي بمثابة مزيج من جمع البيانات (وضع المعلومات الجينومية والسجلات الطبية معًا)، والتطبيق الإكلينيكي (دفع مقدمي الرعاية لاستخدام المعلومات)، والنتائج (تقييم أثر استخدام المعلومات).

على سبيل المثال.. يَستخدِم «مركز سنغافورة الوطني للعيون» الاختبارات الجينية لتشخيص بعض أمراض العيون، واختيار العلاجات، وتشجيع أفراد الأسرة على الخضوع للفحص عندما تقتضي الحاجة. ويقوم «مركز لوكسمبورج لأنظمة الطب الحيوي»، و«المركز الاستشفائي في لوكسمبورج» بتشخيص وتصنيف إمكانية الإصابة بمرض باركنسون، وتقوم جامعة كولومبو في سري لانكا بالأمر نفسه بالنسبة لاضطرابات الدم الموروثة. وتعمل جامعة فاندربيلت، ونظام جايزنجر الصحي، وجامعة نورث وسترن في إيفانستون بولاية إلينوي على إدراج الاختبارات الجينية الدوائية بغرض اختيار الأدوية. وتسمح جامعة ديوك ـ في دورهام بكارولاينا الشمالية ـ للناس بالإبلاغ عن تاريخهم العائلي المرضيّ عبر الإنترنت. ويشير هذا الأمر إلى الأفراد الذين يُرجَّح أن يستفيدوا أكثر من سواهم من اختبارات تحرّي المتغيّرات الجينية التي تزيد من إمكانية الإصابة بسرطان القولون، أو تلك المؤدية إلى عيوب القلب التي يمكن أن تسبِّب الموت المفاجئ.

يجب أن تحرص مشروعات كهذه على التوفير المتكرر للمعلومات المُرْتَجَعة المتعلقة بكيفية استخدام المعلومات الجينية، وكيفية تأثيرها على النتائج. ومن المهم أن نفهم كيف ومتى يجب أن يتلقى الأطباء ومرضاهم المعلومات الجينومية، وكيف يُحتمل أن تؤدي إلى تغيير قراراتهم. وهذا بدوره سيبلغنا عن متى يجب أن يخضع المرضى للاختبارات الجينية، وكيف يمكن تقديم المعلومات المعقدة إلى كلٍّ من المرضى، والأطباء.

ولكن كيف سينتقل استخدام المتغيّرات الجينية في اتخاذ القرارات الطبية من الاستكشاف إلى التعميم؟ وضعت المراكز الأمريكية للوقاية من الأمراض والسيطرة عليها إطارًا مفيدًا لتقييم الاختبارات الجينومية الجديدة، يتضمن ما إذا كان الاختبار يقيس نمطًا وراثيًّا بدقة، ومدى التعويل عليه في توفير معلومات حول التشخيص أو النتيجة، ومدى احتمال تحسينه للنتائج، وما إذا كانت هناك ملابسات أخلاقية أو قانونية أو اجتماعية للاختبار، أم لا، كالكشف عن أبوّة زائفة، أو حالات غير قابلة للعلاج في المستقبل.

يحتاج مجتمع الجينوميات الطبية الآن إلى التركيز على كيفية تقرير ماهيّة مستويات الأدلة المطلوبة؛ لإثبات أن تقييم البديل يساعد المرضى. فعلى سبيل المثال.. البديل الذي يتطلب تغييرًا في النظام الغذائي قد يحتاج إلى أدلة أقل من البديل الذي قد يتطلب إجراءً جراحيًّا لا يمكن عكسه. ويجب على مجتمع الإكلينيكيين الالتزام بتطوير طرق لتقييم المتغيّرات الجينية، باعتبارها «ممكنة التنفيذ»، وهذا يتضمن فهْم كيفية تطبيق النتائج المستقاة من إحدى مجموعات المرضى على مجموعة أخرى ذات خلفيات وراثية، أو ممارسات صحية مختلفة.

معظم النظم الصحية في جميع أنحاء العالم غير مؤهَّلة لإدراج العلوم الجينوميّة في الرعاية الصحية الروتينية. فما زال كلّ نظام صحي يتّخذ قرارات ظرفيّة تتعلق باستخدام المعلومات الجينية. ويُعتبر عقد الاجتماعات الدولية وإنشاء الاتحادات من الخطوات الأساسية الأولى. ويجب أن تقدِّر المستشفيات أن الاستثمارات المعلوماتية سترجع بالفائدة على كلٍّ من المرضى والكفاءة في الأداء. إن تحولات كهذه ستكون صعبة.. فالأطباء قد يقاومونها، والموارد ستكون محدودة، والتجارب ستفشل (انظر: «الخطوات التالية للّاعبين الأساسيين في الجينوميات الطبية»)، لكن تَبَنّيها سيزداد مع تراكم قصص النجاح، وتغيّر طرق الممارسة. والذين سيتحركون مبكرًا؛ سيدركون بعض المزايا.. فالأنظمة الأمريكية التي وضعت استثمارات أساسية في البنوك الحيوية المؤسسية وجدت نفسها، مثلًا، في موقع أفضل للمنافسة على التمويل الاتحادي.

في الوقت نفسه، يجب على مموِّلي الأبحاث والرعاية الصحية تشجيع مُضَمِّني المعلومات الوراثية في الرعاية الإكلينيكية. وستتولد الثقة لدى مقدمي الخدمات، وواضعي النظم، وشركات التأمين، ووزارات الصحة في العلاجات المصمَّمة جينيًّا، وسيحظى المرضى - كما نأمل - برعاية أفضل، وصحة أحسن. ■

قائمة الأمور التي يجب القيام بها

الخطوات التالية للّاعبين الأساسيين في الجينوميّات الطبية

- **مزودو الرعاية الصحية.** تعلُّم استعمال الأدوات المتاحة عبر السجلات الطبية الإلكترونية، وتطبيق المعلومات الجينومية على القرارات الإكلينيكية.
- **المرضى.** تحديد ما يفضلونه بالنسبة إلى المعلومات التي يودُّون معرفتها وإدراجها في سجلاتهم الصحية الإلكترونية.
- **علماء الوراثة الجزيئية الإكلينيكية.** تفسير طريقة تغيير النتائج الجينية للوظائف الحيوية، ومن ضمنها المتغيرات التي تستدعي تدخلًا إكلينيكيًّا.
- **مختصُّو المعلومات الحيوية والحوسبة.** تطوير قواعد بيانات جينومية منظّمة، ووسائل تتيح الاستفادة منها في اتخاذ قرارات إكلينيكية.
- **المستشارون الوراثيُّون.** توفير معلومات عن الأعباء المتوقَّعة للنتائج والتطبيقات على أفراد الأسرة.
- **صانعو السياسات.** تحديد قوانين لإعادة النتائج إلى المرضى وضمان الخصوصية والسِّرِّيّة.
- **الباحثون.** تطوير الآراء المشتركة؛ لتحديد أفضل طرق لإجراء التجارب باستخدام السجلات الطبية الإلكترونية المرتبطة بالمعلومات الجينومية.
- **مختصُّو الترجمة الجينية.** تدريب الأفراد العاملين من جميع الاختصاصات على التواصل الفعال، وتحقيق الترابط لعمل النظام.
- **بائعو البرمجيات.** تصميم نُظُم فعّالة للسجلات الطبية الإلكترونية، وما يرتبط بها.

ADAPTED FROM I. J. KULLO *ET AL. GENET. MED.* **15**, 270–271 (2013)

جيفري جينسبرج مدير الطب الجينومي في جامعة ديوك في دورهام، كارولاينا الشمالية، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: geoffrey.ginsburg@duke.edu

1. Green, R. C. *et al. Genet. Med.* **15,** 565–574 (2013).
2. Lynch, J. A. *et al. Genet. Med.* **15,** 630–638 (2013).
3. Mallal, S. *et al. N. Engl. J. Med.* **358,** 568–579 (2008).
4. Kimmel, S. E. *et al. N. Engl. J. Med.* **369,** 2283–2293 (2013).
5. Pirmohamed, M. *et al. N. Engl. J. Med.* **369,** 2294–2303 (2013).
6. Vogelstein, B. *et al. Science* **339,** 1546–1558 (2013).
7. Green, E. D. *et al. Nature* **470,** 204–213 (2011).
8. Gilfillan, R. J. *et al. Am. J. Manag. Care* **16,** 607–614 (2010).
9. Manolio, T. *et al. Genet. Med.* **15,** 258–267 (2013).
10. Van Driest, S. L. *et al. Clin. Pharmacol. Ther.* **95,** 423–431 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ILLUSTRATION BY DAVID PARKINS

تبسيط عملية التقييم في لجنة تغيُّر المناخ

بينما تدرس اللجنة الدولية لتغير المناخ وسائل تطوير أدائها، يقدم **ديف جريجز** مقترحات لإصدار تقارير كل عشر سنوات، وتخفيف أعباء العمل.

رغم أن اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ (IPCC) حازت شهرة مستحقَّة على إصدارها تقارير شاملة وحديثة وموثَّقة لمعرفتنا بالتغير المناخي، إلا أن ذلك كان على حساب العلماء. فقد أصدرت اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ في الثالث عشر من إبريل الجزء الأخير من تقريرها الخامس، إلا أن التقارير تزداد طولًا ـ آخر تلخيص للأدلة العلمية كان أربعة أضعاف حجم الأول ـ وتستلزم مجهودًا أكبر ووقتًا أطول في إعدادها، مما يضع عبئًا ثقيلًا على كاهل الباحثين المشاركين.

ترقُّبًا لتقرير التقييم السادس، شكلت اللجنة فريقَ عمل متخصص لتحسين عملياتها ومنتجاتها. وأعتقدُ أنه كان يجدر بها أن تبسِّط عملياتها وتخفِّف كم الضغط على مئات العلماء الذين يكتبون ويراجعون ويعدّون تقارير التقييم.

قد يدمِّر العملُ في اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ حياتك الشخصية، حسبما أخبرني بذلك أحد المؤلفين الرئيسين السابقين عندما كنتُ رئيسًا لوحدة الدعم التقني في اللجنة خلال عملي في التقرير الثالث[1]. فعلى مدار ثلاث سنوات، كرّس شهورًا من وقته الخاص للفصل المسنَد إليه، لأن الجامعة لم تقبل بتقليل أعبائه الوظيفية. وقد قضى الوقت في مناقشة التفاصيل مع الباحثين الآخرين المشاركِين في التقرير، وردَّ على مئات التعليقات من المراجعين (مرتين)، واستطاع حماية الأبحاث والأرقام من التشويه الذي تتعمده الحكومات. وعندما صدر التقرير أخيرًا، تَلَقَّى كثيرًا من الهجوم والانتقاد من قِبَل وسائل الإعلام والجهات المُشكِّكة. كاد المؤلف أن ينفصل عن زوجته، ولكن حين سألته عما إذا كان سيعمل على التقرير التالي، أجاب قائلًا: «بالطبع، سأفعل ذلك مرة أخرى. إنه أهم شيء فعلته في حياتي».

تمثِّل تقارير اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ قيمة كبيرة لصناع القرار، ينبغي استمرارها. ورغم وجود الكثير مما لا نفهمه بشأن منظومة المناخ، أصبح كل تقرير مع استمرار البحث يعبِّر عن زيادة الثقة في العلوم الأساسية. فمخاطر السماح بزيادة انبعاثات غازات الاحترار أصبحت واضحة، لا لبس فيها، لكن عمليات اللجنة الدولية يجب أن تتطوّر، إذ ينبغي اختصار عمليات التقييم المستقبلية، وتحسين عملية الكتابة، ومكافأة المؤلفين الرئيسين على جهودهم.

وفيما يلي سبعة دروس مستفادة، أغلبها بعد معاناة كبيرة، بناءً على مشاركتي في التقييم الثالث[2]، والرابع[3]، والخامس، وبناءً على مناقشاتي مع زملائي.

سبع توصيات

طباعة تقارير أصغر على فترات متباعدة. مع كل إصدار جديد، تتضخم تقارير اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ.. من 410 صفحات في تقرير فريق العمل الأول إلى 881 صفحة في التقرير الثالث، إلى 1535 صفحة في التقرير الخامس. هناك الكثير من البحوث التي يجب تقييمها، ولكن العلوم الجديدة تعتمد على الأقدم منها، ولذا.. ليس من الضروري العودة إلى البداية لبناء تقرير شامل. فقَصْر التقارير على ألف صفحة أو أقل سيوفر الوقت والجهد وأعباء الكتابة والتحرير، ويسهِّل من قراءة التقارير وتحسين مستوى تركيزها.

تُصْدِر اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ تقاريرها شاملةً كل ست سنوات تقريبًا. ومن وجهة نظر علمية، يمكنك أن تحقق التأثير نفسه بتكلفة ومجهود أقل بتحديث التقارير كل عشر سنوات. وبالإمكان تغطية مجالات العلوم المتطورة والناشئة في أثناء ذلك باستخدام تقارير قصيرة مركَّزة.

هذه النصائح من شأنها مساعدة اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ في الحفاظ على هيكلها الإداري الصغير الفعال. ويعكف على إعداد التقارير مئات العلماء الموزَّعين في ثلاثة فرق عاملة (فريق العمل الأول يختص بأساسيات العلوم الفيزيائية، والثاني يختص بالآثار والتكيُّف ونقاط الضعف، والثالث يختص بسبل تخفيف التغيرات المناخية). ويشرف على عمليات اللجنة أمانة صغيرة في جنيف بسويسرا، وأربع وحدات دعم تقني (واحدة لكل فريق عمل، ووحدة عمل واحدة للمخازن المحلية لغاز الاحترار المناخي). تتكون كل وحدة دعم تقني من خمسة إلى سبعة أفراد، وينبغي أن يظل الأمر كذلك.

تكثيف الاستشارات في البداية. تم وضع مخطط التقرير الخامس في اجتماع لتحديد النطاق في يوليو 2009، شارك فيه علماء من ثلاثة فرق عمل، بدلًا من الرؤساء المعاونين ووحدة الدعم التقني، كما في التقارير السابقة. وينبغي استمرار هذا المنهج والتوسع فيه ـ على سبيل المثال

ـ عبر استشارة المؤلفين الرئيسين للتقارير السابقة. وعندما تتيح للجميع إبداء الرأي مبكرًا في العملية، يمكن أن يزداد الاتساق بين التقارير الثلاثة، مثلًا بشأن كيفية علاج مواطن الشك، وتحديد المجالات الجديدة للبحث، كإسهام ألواح الجليد في ارتفاع مستوى مياه البحار. ورغم استحالة وضع إطار يتفق عليه الجميع، من الضروري إتاحة الفرصة للكُلّ للتعبير عن آرائهم، ولفهم المنطق من هيكل التقرير.

التعرف على المهارات التي يحتاجها المؤلفون الرئيسون. ربما يمثل اختيار المؤلفين البارزين إحدى أهم الخطوات المهمة في العملية برمتها. فالمؤلفون الرئيسون يشرفون على صياغة الفصول، ومراجعتها من قبل الخبراء، ثم من الخبراء والحكومات. تلك مهمة هائلة... فكل تقرير قد يستخلص أكثر من 50 ألف تعليق، تتراوح هذه التعليقات ما بين الحكيمة، والعميقة، إلى الغبية، والتافهة. وينبغي على المؤلفين البارزين دراسة كل تعليق، وتعديل الصياغة؛ من أجل مراعاة كل التعليقات الصالحة، وتوثيق الردود على كل التعليقات التي تم استلامها.

تتطلب اللجنة أن يعكس اختيار المؤلفين المختارين «نطاق الآراء والخبرة العلمية والتقنية والاقتصادية والاجتماعية؛ والتمثيل الجغرافي؛ وخبرة العمل السابقة في اللجنة؛ والتوازن بين الرجال والنساء». إنّه من الصعب تحقيق هذا الخليط، فإذا انسحب أحد المؤلفين؛ سيصعُب العثور على بديل، وقد يؤثر على اختيار المؤلفين الآخرين من أجل إعادة التوازن، لكن المؤلف الرئيس يحتاج إلى التحلي بمهارات أخرى دقيقة، بعضها نادر في العلوم.. فهو في حاجة إلى الصبر، والدأب، والدقة، والنزاهة، وقبول النقد وتعديل رأيه بناءً على أدلة جديدة. كما ينبغي أن يكون طيعًا ومتفانيًا بقدر يجعله يتعايش مع العملية المعقدة، بحيث يستطيع الإنجاز في الوقت المحدد.

ينبغي على المؤلف الرئيس العمل وفقًا للمواعيد النهائية المطلقة التي تحددها الحكومات. ولا تدفع اللجنة أي مكافآت مالية للمؤلفين الذين يعدون التقارير في الغالب حسب جدولهم الزمني الخاص، ولهذا.. فإن وحدة الدعم التقني ليس لها أي سلطة تجبر بها المؤلف على التسليم في الموعد المحدد. وهذا يؤكد قيمة الاحتفاظ ببعض المؤلفين أصحاب الخبرة السابقة بهذه العملية، الذين يمكنهم إلهام زملائهم بشأن أهمية الالتزام بالمواعيد.

ولأن فرق المؤلفين الرئيسين تعمل معًا لسنوات طويلة، فيجب على أعضائها التعايش مع بعضهم البعض. فعندما كنت أساعد في اختيار المؤلفين الرئيسين للتقرير الثالث، وجَّهْتُ الدعوة إلى عالِمين بارزين للمشاركة. واتفق العالمان على المشاركة، بشرط ألا يكون الشخص الآخر هو المؤلف الرئيس. ولم أستطع ضمّهما، إلا بعد أن اقترحت أن أكون وسيطًا محايدًا في أي خلافات. كان من الأفضل أن أتجنب مثل هذا الموقف.

التلخيص باستخدام رسوم أفضل. ينبغي على مؤلفي التقرير وضع خلاصة مختصرة لصناع السياسات، وملخص تقني أطول. ومن الصعب للغاية تلخيص أكثر من ألف صفحة من العلوم الكثيفة في عشر صفحات، أو عشرين صفحة، ناهيك عن جعل كل العلماء والمراجعين والحكومات يتفقون على الصياغة، ولكن بالنسبة إلى القراء المشغولين فإن عشر صفحات تُعتبَر كمية كبيرة للغاية. لهذا.. ينبغي استخلاص أهم النتائج الرئيسة. وينبغي إنفاق الوقت على ضبط البيانات، لأنها تشكل نقطة التركيز الأساسية للعديد من الناس. ويجب أن يحتوي الملخص المعد لصناع القرار على المعلومات المرتبطة بهم، مع مراعاة الاتساق العلمي، وضرورة ألا يطغى منظور السياسة على الملخص.

إنّ الصورة أبلغ من ألف كلمة. ولذا.. ينبغي على التقارير المستقبلية الاستفادة من تحسين تقنية الإنفوجرافيك (الرسوم التوضيحية). وبقدر ما تمثِّل التقارير وثائق علمية، فإنها أيضًا وثائق تَوَاصُل، ولهذا.. يجب على فرق المؤلفين الوصول إلى برامج الرسوم الاحترافية؛ لتقديم عملهم بفعالية وكفاءة.

لا مساومة في العلوم. الخطوة النهائية في عملية اللجنة هي الجلسة العامة، أو اجتماع الحكومات، الذي يتم فيه الاتفاق على الملخص الذي يستهدف صناع القرار كلمة كلمة. ويمكن للحكومات طلب إجراء تغييرات ليصبح الملخص أكثر وضوحًا، أو لإضافة بعض الأمور المهمة لوضع السياسات، ولكنها لا تستطيع إجراء تغييرات فيما يخص العلوم. وينبغي أن يحضر المؤلفون الرئيسون للتأكد من أن الملخص يعكس نتائج البحث العلمي. مثل هذه المواقف قد تبعث على القلق، ولكنْ من تجربتي.. لم تقترب الحكومات أبدًا من الحقائق العلمية.

> «حتى أَتْفَه الجُمَل قد تسبِّب جدلًا هائلًا».

ينبغي على العلماء الاستماع كذلك، لأن مقترحات الحكومات بإمكانها تحسين الملخص. فعلى سبيل المثال.. في أحد الاجتماعات التي حضرتها، استفسر صناع السياسات عما يسميه العلماء «بكسر مهم» من شيء ما. هل يعني الرقم الكسري 1%، أم 10%، أم 50%، وما هي المعايير التي تجعله مهمًّا؟ اضطررنا لتشكيل فريق فرعي صغير؛ لحسم هذه القضية.

حتى أَتْفَه الجُمَل قد تسبِّب جدلًا هائلًا. ففي إسهام فريق العمل الأول للتقرير الثالث، صادفنا بعض المشكلات حول الجملة الثانية التي تقول: «مئات عديدة من العلماء من عدة دول شاركوا في الإعداد والمراجعة»، حيث ناقشت الوفود لساعاتٍ المقصودَ بـ«مئات عديدة»، و«عدة دول». وفي النهاية، تم حل المشكلة بإضافة الأرقام في الهامش.

تعلمتُ درسًا شديد الأهمية في هذه الجلسة، ألا وهو: الصبر مهم للغاية. فبمرور الساعات، شعرت باليأس والإحباط، خاصة أن هناك نقاطًا علمية صعبة لم نناقشها بعد. وطلبتُ من الرئيس المعاون للفريق، جون هافتون، أن يحاول إنهاء المناقشة. وقد أوضح أنه لو اختصرها؛ سيفقد ثقة الحكومات التي لا تزال تريد الحديث. وإذا أتاح لهم جميعًا الكلام الآن؛ فسيمنحونه مرونة أكبر لاحقًا عندما يتخذ قرارًا متعسفًا. وقد كان فعلًا.

تجنُّب زيادة التعقيد. تطبِّق اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ قواعد وإجراءات صارمة، ولكن في ظل مشروعات بحثية بهذه الضخامة والتعقيد، تكون الأخطاء حتمية، رغم أنها ـ للعجب ـ نادرة. أبرز هذه الأخطاء حدث في عام 2007، حين تم اكتشاف أخطاء في إسهامات فريق العمل الثاني للتقرير الرابع[4] الذي قال إن هناك احتمالًا كبيرًا أن تختفي طبقة الجليد في جبال الهيمالايا قبل عام 2035.

لم تكن القضية وجود خطأ من عدمه ـ فقد كان هناك فعلًا ـ لكن كانت القضية ما إذا كان هذا الخطأ ينم عن عملية معيبة، تقوض نتائج كل التقارير، أم لا. في ظني أن مثل هذا الخطأ لا يبطل النتائج الأخرى، وذلك بفضل مستويات الأدلة العديدة المطروحة، غير أني لم أشارك أبدًا في مثل هذه العملية الدقيقة والصارمة. ورغم أن البعض لم تعجبه النتائج التي توصلت إليها تقارير اللجنة، فمن الخطأ أن نشكك في كل الأبحاث برمّتها.

عقب هذه الحادثة، راجع مجلس الأكاديمية الدولية إجراءات اللجنة، واقترح بعض التوصيات، منها زيادة التدقيق، وإجراء بعض الموازنات. وقد طبقت اللجنة العديد من هذه المقترحات، غير أن زيادة التعقيد تضاعف من أعباء العمل التي يعاني منها العلماء المنهكون بالفعل، ولن يؤدي إلى غياب الأخطاء التام. وفي اعتقادي، أن الإجراءات الحالية صارمة بما يكفي، وينبغي تحاشي زيادة التعقيد.

مكافأة المؤلفين الرئيسين على وقتهم. رغم أن الممارسات تتفاوت بين الدول والمؤسسات، لا يوجد نظام مكافآت للمؤلفين الرئيسين في اللجنة، بخلاف نفقات السفر. يخصِّص المؤلفون قدرًا هائلًا من أوقاتهم، دون تقليل أعباء عملهم من قِبَل جهات عملهم الأساسية، مما يحد من الوقت الذي يخصصونه للعمل على التقارير.

لا يجني المؤلفون الرئيسون أي ربح مادي من المشاركة في اللجنة، إذ يُعَدّ ذلك تضاربًا في المصالح، لكن الحكومات ينبغي أن تغطي التكاليف التي تنفقها المؤسسات المستضيفة مقابل إعانات التدريس، أو توظيف معاوني البحوث؛ لتسهيل عملهم، بما يتيح لهم الحفاظ على إنتاجهم العلمي. ورغم أن ذلك سيزيد من تكلفة إنتاج التقارير، لكن النفقات الإضافية لا تغدو شيئًا، مقارنةً بميزة الحصول على أفضل تقييم ممكن للتغيُّر المناخي.

لماذا إذَن ينبغي على العلماء المشاركة في تقارير اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ؟ لأن مستقبل العالم سيتضرر بسبب التغير المناخي، وجميعنا يتحمل مسؤولية تخفيف المخاطر. وتظل اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ أكثر جهة فعالة للقيام بذلك. ■

ديفيد جريجز أستاذ ومدير معهد موناش للاستدامة، في جامعة موناش، ميلبورن، أستراليا، عمل رئيسًا لوحدة الدعم التقني الخاصة بالفريق الأول لتقرير التقييم الثالث في اللجنة الدولية لتغير المناخ، كما عمل محررًا للمراجعة ضمن الفريق الأول خلال التقييم الرابع، ومراجعًا في التقييم الخامس.
البريد الإلكتروني: dave.griggs@monash.edu

1. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Houghton, J. T. *et al.*) (Cambridge Univ. Press, 2001).
2. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Solomon, S. D. *et al.*) (Cambridge Univ. Press, 2007).
3. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Stocker, T. F. *et al.*) (Cambridge Univ. Press, 2013).
4. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Parry, M. L. *et al.*) (Cambridge Univ. Press, 2007).



المصابيح الشمسية تضيء المدارس الليلية في الهند.

اجلبوا الطاقة المستدامة إلى العالم النامي

يجب أن تدعم الاستثمارات والسياسات تقنيات الطاقة الرخيصة والنظيفة؛ لقطع الطريق على كلٍّ من الفقر والتغير المناخي، حسب قول **ريد ديتشون**، و**ريشِنده فان ليوين**.

يبدأ ما يزيد عن ثلث سكان العالم حياتهم، دون أن يكون لديهم كهرباء، أو وقود نظيف للطبخ والتدفئة والإنارة[1]. وكان السكرتير العام للأمم المتحدة، بان كي مون، واحدًا من هؤلاء، إذ كان يستذكر دروسه على ضوء مصباح زيتي خافت، تتصاعد منه الأدخنة في كوريا في خمسينات القرن الماضي. وهو ينظر الآن إلى الطاقة باعتبارها «الخيط الذهبي الذي يربط بين النمو الاقتصادي، والمساواة الاجتماعية، والاستدامة البيئية».

في عام 2011، أطلق بان مبادرة الأمم المتحدة للطاقة المستدامة للجميع. وتحدِّد المبادرة ثلاثة أهداف ينبغي تنفيذها بحلول عام 2030، وهي: الحصول على خدمات الطاقة الحديثة للجميع؛ ومضاعفة المعدَّل العالمي للتحسين من كفاءة الطاقة؛ ومضاعفة حصة المصادر المتجددة من مجموع موارد الطاقة في العالم.

لَقِيَت هذه المبادرة قبولًا سريعًا وسط الدول أعضاء الأمم المتحدة، ولدى البنوك العالمية والإقليمية، إذ تجمع بين أهداف خفض الانبعاثات والأهداف التنموية. إنّ الطاقة النظيفة ستحسِّن من حياة الفقراء في العالم، كما أنها مهمة للحفاظ على الارتفاع في درجات الحرارة العالمية ضمن حدود 2 درجة مئوية من مستويات ما قبل عصر الصناعة، وهو الهدف المتفَق عليه في اتفاق الإطار للأمم المتحدة بخصوص التغير المناخي في 2010.

ورغم ذلك.. فإن السعي نحو توفير طاقة نظيفة للجميع فشل في أن يحظى بالأهمية نفسها لمعالجة التغير المناخي والفقر العالمي، إذ لم تصبح الطاقة المتجددة ذات تنافسية اقتصادية مع الوقود التقليدي إلا في الخمسة أعوام الماضية فقط، كما أن وصول هذا النوع من الطاقة إلى سكان المناطق الريفية يطرح تحديات لُوجستِيّة. وإذا ما استمرت السياسات الحالية دون تغيير؛ فلن يتم الإيفاء بأهداف الأمم المتحدة.

مناهج السوق ستكون مناسبة لتعميم تقنيات الطاقة النظيفة في العالم النامي، إذا ما تم توفير التمويل الميسور لها ودعمها بالسياسات المحلية والوطنية. ولكي تتوفر الطاقة للجميع، يجب الجمع بين رؤوس الأموال الاستثمارية، ومشروعات الطاقة القابلة للتطبيق.

فقر الطاقة

يفتقر ما يقارب 1.3 مليار من البشر ـ يوجد معظمهم في أفريقيا، وجنوب آسيا ـ إلى الكهرباء والفوائد التنموية التي يمكن أن توفرها لتحسين الصحة، وتعزيز الفرص الاقتصادية والتعليمية. كما أن عددًا مماثلًا من البشر تتوفر لهم الكهرباء بشكل متقطع. كذلك يستخدم ما يقارب 2.6 مليار نسمة الوقودَ الصلب - غالبًا المكوَّن من كُتَل حيوية، وروث، وفحم - من أجل الطبخ والتدفئة، ويعيش ثلث هؤلاء في الصين[1].

تقدِّر وكالة الطاقة العالمية (IEA)[1] أن نحو مليار من البشر سوف يَظلّون بدون كهرباء في عام 2030. ويرجع ذلك ـ جزئيًّا ـ إلى النمو السكاني المتسارع، خاصة في أفريقيا جنوب الصحراء، وجنوب آسيا (انظر: «تزوُّد بالطاقة»). ويُتوقَّع أنْ ينقص ـ بدرجة ضئيلة ـ عدد الذين لا يمكنهم الحصول على مواقد طهو ووقود نظيف، من 2.6 مليار إلى 2.5 مليار.

عدم المساواة في الحصول على الطاقة سيصيب النساء والبنات الريفيات بالضرر الأكبر، إذ يترتب عليه أن يقضين ساعات طويلة من كل أسبوع في الاحتطاب من مناطق نائية، مُعَرِّضات سلامتهن الشخصية للخطر. كذلك يتسبب استنشاق الدخان المتصاعد من نيران الطبخ التقليدية، ومن مصابيح الكيروسين، في الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي، وأمراض القلب، والحروق، كما أدّى إلى 4.3 مليون حالة وفاة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مبكرة عالميًّا في عام 2012. ويزيد هذا الرقم عن وفيات الملاريا والسل والإيدز، مجتمعةً.

يؤثر الحصول على الطاقة أيضًا على توفير الخدمات الصحية. فقد كشفت مراجعة[3] أُجريت في عام 2013 عن وجود 4640 مرفقًا صحيًّا في 11 بلدًا بأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يفتقر 26% منها للكهرباء. ويستخدم الأطباء مع النساء اللاتي على وشك الولادة ما يوفر لهم ولو إضاءة منخفضة الجودة - مصابيح كيروسين، وشموع، وحتى إضاءة الهواتف النقالة - وإلّا قاموا بمهامهم في الظلام. كما قد يقطر الشمع السائل على الأطفال حديثي الولادة؛ تاركًا آثارًا على أجسامهم، وقد تموت الأمهات بسبب أمراض يمكن معالجتها.

حتى التدخلات البسيطة يمكن أن تكون سببًا في انقاذ الأرواح. فحينما سافرت لورا ستاشل ـ الطبيبة المتخصصة في الولادة في كاليفورنيا ـ إلى شمالي نيجيريا في عام 2008، ساعد مصباحها الأطباء في إكمال عملية جراحة قيصرية طارئة، عندما انقطع التيار الكهربي. وفي كاليفورنيا كانت قد طورت وزوجها نظام طاقة شمسية كهربية محمول - «حقيبة شمسية» - لتوفير الطاقة للإضاءة، والحواسب المحمولة، والهواتف، والأجهزة الطبية الصغيرة. ويكلف هذا النظام حوالي 5000 دولار أمريكي، شاملًا تكلفة النقل والتنصيب والتدريب. وتستخدم المئات من هذه الأجهزة الآن في العيادات في 30 بلد، كما أنها قللت من وفيات الأمهات بدرجة وصلت إلى 70% في بعض الحالات.

التوسع في خطوط الكهرباء ـ وهو الحل الرئيس في بلدان عدة، من الولايات المتحدة إلى الصين وفيتنام ـ هو حل مكلف جدًّا للمناطق الريفية ذات الكثافة السكانية المنخفضة والطلب المنخفض. تقول وكالة الطاقة العالمية أن 60% من التوصيلات الجديدة ينبغي أن تأتي من خطوط الكهرباء الصغيرة اللامركزية، ومن منشآت غير متصلة بخط الكهرباء الرئيس، مثل أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية.

تقنيات أفضل

جعلَتْ التطوراتُ السريعة في مجال تقنيات الطاقة ذات الكربون المنخفض من «النمو الأخضر» مسار تطور جذاب للاقتصادات الناشئة، دون الزيادات المدمرة في انبعاثات الكربون. فسُكّان أفريقيا جنوب الصحراء (باستثناء جنوب أفريقيا) ـ الذين يبلغ عددهم 719 مليون نسمة ـ يستهلكون مقدار الطاقة نفسه الذي يستهلكه سكان ولاية نيويورك الذين يبلغ عددهم 19.5 مليون[4]. وحتى بالاستخدام الحالي لمصادر الطاقة التقليدية، فإن حصول كل سكان العالم على الكهرباء والمواقد ذات الاحتراق النظيف بحلول عام 2030 سيضيف أقل من 1% فقط من الانبعاثات ذات الصلة بالطاقة[1].

في السنوات القليلة الماضية، أصبحت بدائل الطاقة النظيفة عملية، كما أضحت في متناول اليد في عدة أماكن، وعادةً ما تكون أرخص من أصناف الوقود الخطرة وغير النظيفة التي تُستخدَم حاليًا. والسوق متاح لمثل هذه المنتجات: يُنفَق حوالي 37 مليار دولار سنويًّا على الكيروسين المستخدَم في الإنارة، وعلى وقود الطهو التقليدي، مثل الفحم. وهذه الأرقام ليست ببعيدة عن الثمانية وأربعين مليار دولار التي يُعتقَد أنها ضرورية لتعميم الوصول إلى خدمات الطاقة الحديثة لكل سكان العالم.

«ظهر نوع جديد من روّاد الأعمال في مجال الطاقة النظيفة، حيث تتوافر فرص التمويل».

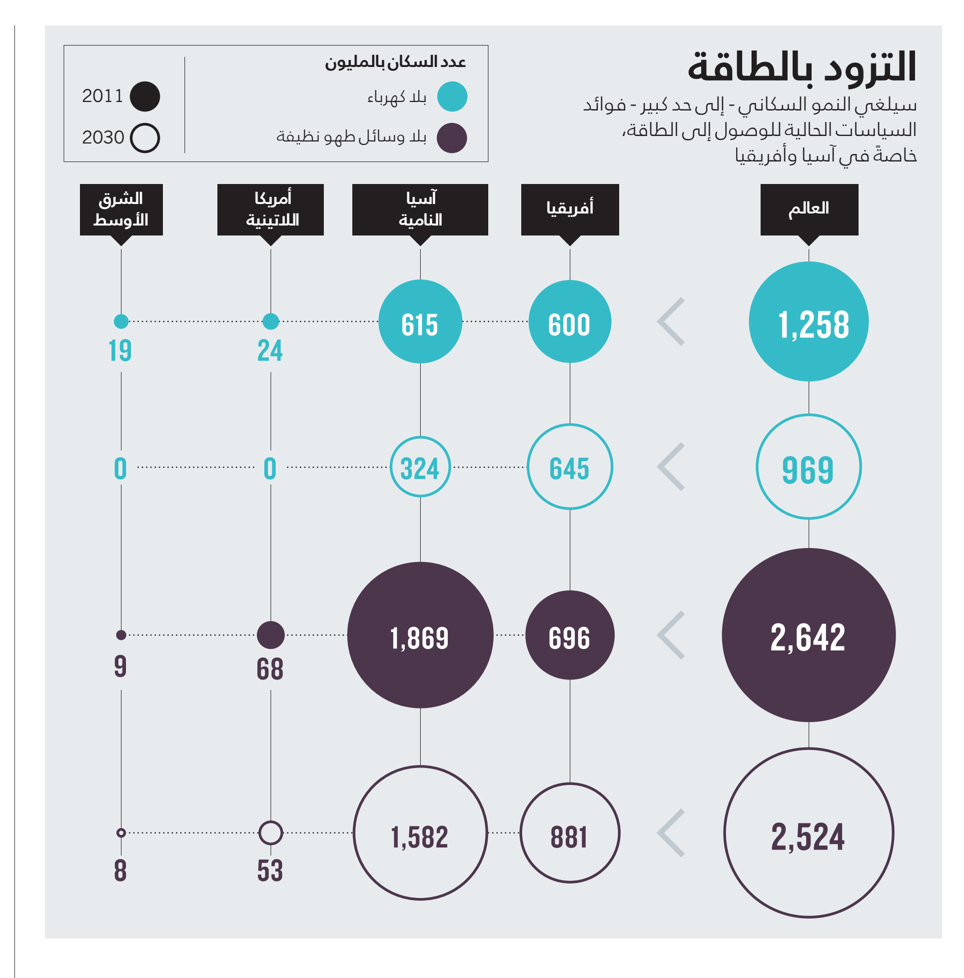
ظهر نوع جديد من روّاد الأعمال في مجال الطاقة النظيفة، حيث تتوافر فرص التمويل. فـ«صَن فارمر»، على سبيل المثال، هي شركة أمريكية غير ربحية، تزود العيادات الصحية في المناطق النائية في نيبال بأنظمة طاقة شمسية-كهربائية؛ و«سولار سيستر» هو مشروع لتوزيع المنتجات الشمسية ومواقد الطهو النظيفة عبر شبكة من رائدات الأعمال الموجودات أساسًا في أوغندا. هذه البرامج، ومثيلاتها التي توفر الكهرباء عبر شبكات مصغرة وحلول لامركزية، تدعمها شبكة العاملين في مجال الحصول على الطاقة، وهي مبادرة تابعة للأمم المتحدة، أُطلقت في عام 2001، وتتبادل المعرفة ما بين أعضائها الذين يبلغ عددهم 1600 في 191 بلدًا.

يعتزم التحالف العالمي لمواقد الطهو النظيفة ـ ◄



ABBIE TRAYLER-SMITH/PANOS PICTURES

حقيبة شمسية مثبتة على الحائط، توفر الطاقة لعيادة في سيراليون.



الذي تقوده الأمم المتحدة أيضًا ـ إنشاء سوق عالمي لمواقد الطهو المنزلية النظيفة والفعالة؛ وذلك بهدف الوصول إلى 100 مليون بيت بحلول عام 2020. ويعمل بهذا التحالف حوالي ألفٍ من الجهات العامة وغير الربحية والخاصة لدفع الاستثمار، ودعم روّاد الاعمال، وإجراء الأبحاث، وتعزيز اختبار المواقد النظيفة في عشرات البلدان.

تنطبق ثلاثة دروس للانتشار السريع للهواتف المحمولة حول العالم (يستخدمها ثلثا سكان أفريقيا حاليًا) في العشرين عامًا الماضية على الطاقة. أولًا، يمكن لأولئك الموجودين أسفل الهرم الاقتصادي الاجتماعي أن يتحملوا تكلفة التقنية، إذا ما كانت ذات قيمة لهم، وإذا ما كانت شروط استخدامها مناسبة لأوضاعهم، مثل أن توفر خدمة الدقائق ذات الدفع المقدَّم، التي تحاسب بالثانية، بدلًا من الحساب بالدقيقة. ثانيًا، القفز مباشرةً إلى تقنيات أكثر تطورًا، عوضًا عن توسيع البِنَى التحتية التقليدية، يعني أنه يمكن الوصول إلى الزبائن بصورة أسرع، وبتكلفة أقل. ثالثًا، تمكِّن التكنولوجيا من الحصول على فوائد اقتصادية أخرى، كمعلومات الأسواق التي تساعد المزارعين للحصول على أسعار عادلة لمحاصيلهم.

تحتاج الهواتف إلى الكهرباء؛ لكي تشحن بطارياتها، ولذا.. تستكشف شركات الهواتف المحمولة سُبُل توصيل الطاقة إلى المناطق الريفية من خلالها. وقد أنشأ سترايف ماسييواوا ـ المؤسِّس الرائد لشركة الاتصالات «إيكونت وايرلس» في جوهانسبرج، بجنوب أفريقيا ـ شركة فرعية تُدعى «إيكونت سولار». وتقدِّم هذه الشركة منتجات تتراوح ما بين إضاءة منخفضة الجهد إلى أجهزة تلفاز وأجهزة راديو تشتغل بالطاقة الشمسية. توفر تقنيات الهواتف والطاقة مجالات جديدة للحصول على الدخل. فعلى سبيل المثال.. يمكن لأجهزة الإضاءة الشمسية أن تدعم محل شحن لأجهزة الهاتف بالطاقة الشمسية. كذلك مضخات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية تمكِّن من الريّ، وتزيد من المحاصيل.

النشر السريع

التزم ما يزيد عن 80 بلدًا بالعمل مع مبادرة الطاقة المستدامة للجميع، غير أن النوايا الحسنة لا بد أن تتحول الآن إلى تقدُّم حقيقي على أرض الواقع.

يُصَعِّب الدعمُ الحكومي للفحم والكيروسين من مهمة اختراق التقنيات الأكثر نظافةً للسوق؛ إذ ينبغي التخلص من التقنيات غير النظيفة تدريجيًّا، أو إعادة توجيهها لدعم حلول الطاقة النظيفة التي تستهدف الأفقر. كذلك يجب خفض أو إزالة الجمارك على البضائع المستوردة التي تيسّر الوصول للطاقة، إذ يفرض ما يزيد عن 30 بلدًا ـ تشمل كينيا، وسيراليون، ونيجيريا، ومالاوي ـ رسومًا جمركية تصل إلى ما بين 20-30% على المصابيح الشمسية والمواقد النظيفة؛ لحماية الصناعة المحلية، وزيادة الدخل، إلا أن مثل هذه الرسوم تبعد سعر المنتجات عن متناول أكثر المستهلكين فقرًا.

> «يجب خفض أو إزالة الجمارك على البضائع المستوردة التي تيسّر الوصول إلى الطاقة».

ولتفادي بيع البضائع منخفضة الجودة، ينبغي على الحكومات أن تلتزم الخضوع للمعايير العالمية التي تضعها الجهات المسؤولة في العالم، مثل مفوضية التقنية الكهربية العالمية، ومبادرة لايتنج جلوبال لشركة التمويل العالمية.

ويجب على شركات خدمات الطاقة، وعلى العاملين في هذا المجال، أن يبنوا مقدرات محلية للصيانة وللخدمات، وهو الأمر الذي عادة ما يتم تجاهله، كجزء من مشروعاتهم؛ لضمان عدم فشلها مبكرًا.

هناك حاجة إلى التمويل الخلاق؛ من أجل تجاوز تكلفة رأس المال العالية لتنصيب أنظمة الطاقة المستدامة. والاستثمارات في مشروعات ومنتجات الحصول على الطاقة يجب أيضًا أن ترافقها مساعدة في إدارة الأعمال الناشئة. كذلك ينبغي أن تكون البنوك المحلية على دراية أكبر بتقنيات الطاقة، وبتوفير القروض للمشروعات الصغيرة والمتوسطة، ويشمل ذلك توفير رأس مال عامل للتوسع. وقد أطلق التحالف العالمي لمواقد الطهو النظيفة عدة برامج تمويل متخصصة؛ لمساعدة رواد الأعمال على التوسع في هذا القطاع، ويشمل ذلك منشأة رأس مال مع بنك دويتشه (Deutsche Bank).

هناك حاجة أيضًا إلى طرق توجيه التمويل الواسع لمجموعة متعددة من المشروعات الصغيرة. و«السندات المالية الخضراء»، مثل تلك التي تصدرها شركة التمويل العالمي، توفِّر مقترحات استثمار منخفضة المخاطر؛ لتمويل مشروعات الطاقة النظيفة، ومشروعات الكربون المنخفض، وتقوم بذلك بتجميع وضمان القروض. كذلك تم استخدام ضمانات القروض الجزئية لدعم مشروعات الطاقة. فعلى سبيل المثال.. وفَّر بنك التنمية الأفريقي ضمانة جزئية لمشروع طاقة رياح في كينيا؛ للحماية من المخاطر السياسية للتأخر أو عدم السداد.

ينبغي أن تتبنى مناقشات الأمم المتحدة بخصوص التنمية والتغير المناخي ـ المنفصلة عن بعضها الآن ـ الأهداف الثلاثة لمبادرة الطاقة المستدامة للجميع بصورة مشتركة. وينبغي كذلك أن تُدرَج أهداف القضاء على فقر الطاقة في ذات الوقت الذي تتضاعف فيه الفعالية والموارد المتجددة في كل أنحاء العالم ضمن أهداف التنمية المستدامة، التي سيتم تَبَنِّيها في عام 2015، والتي يجري حولها الجدل الآن في الجمعية العامة للأمم المتحدة.

الحدث الكبير القادم في مفاوضات المناخ هو قمة الأمم المتحدة للمناخ التي سوف تنعقد في باريس في ديسمبر 2015، حيث ينبغي الاتفاق عالميًّا على أهداف الطاقة المستدامة للجميع قبل بدء القمة. وسوف يتفق هذا الأمر بصورة كبيرة مع الاتجاه الحالي للعمل «من القاعدة إلى القمة»، الذي تلتزم فيه الدول المنفردة باتخاذ إجراءات محددة لتقليل انبعاثاتها، بدلًا من البحث عن مقاربة ملزمة تعمل «من القمة إلى القاع».

إنّ مشاركة هذه الأهداف الكبيرة ـ التي وضعها بان كي مون قبل عدة أعوام ـ ستربط بين أهداف التغير المناخي، وأهداف التنمية؛ وتجتذب دعمًا عالميًّا لهذه الأهداف. ■

ريد ديتشون نائب الرئيس للطاقة والمناخ بالأمم المتحدة في واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية. و**ريشنده فان ليوين** المدير التنفيذي للوصول إلى الطاقة بالأمم المتحدة في واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: rdetchon@unfoundation.org

1. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2013* (IEA, 2013).
2. World Health Organization. *Burden of Disease from Household Air Pollution for 2012* (WHO, 2014).
3. Adair-Rohani, H. *et al. Glob. Health Sci. Pract.* **1**, 249–261 (2013).
4. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2010* (IEA, 2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الطاقة

عَصْـــر النفـــط الجديـــد

يستمتع **كريس نيلدر** بالتاريخ الثري للتكسير الهيدروليكي، ليغوص في أعماق معقّدة.

رغْم عنوانه، إلا أن كتاب «الطفرة» ليس ـ كما يبدو ـ ترويجًا للتكسير الهيدروليكي (Hydraulic Fracking)، إذ يقدِّم مراسل صحيفة «وول ستريت جورنال» لشؤون الطاقة، راسل جولد، عملًا صحفيًّا عميقًا، يستكشف فيه المشهد المعقّد للحفر والتمويل، والسياسة التي أحدثت وفرة في البترول والغاز لبلدٍ كان يُظَنّ أن فرصة إنتاجه من المواد الهيدروكربونية قد انتهت. لا يقدم جولد إجابات مناسبة للتحديات التي تفرضها تلك الوفرة الجديدة، لكنه يذكِّرنا بقوة بـ«التكاليف المفاجئة والشرور التي لا مفر منها».

يربط جولد ـ بمهارة ـ البيانات الأكيدة بشأن الطاقة في الولايات المتحدة بأسلوبه السردي الأخّاذ، إذ يتناول الطفرات النفطية السابقة في تكساس، وأوكلاهوما، ودلتا النيجر، وصخور حقل باكِّن النفطية في داكوتا الشمالية (التي شهدت أول عملية حفر لبئر نفط عام 1953)، وبنسلفانيا. ويربط كذلك قصة حياة رجل الأعمال جورج ميتشل، «الأب الروحي لعمليات التكسير الهيدروليكي»، وأصول علم الجيولوجيا البترولية، والتطور الطويل لتقنيات إنتاج النفط والغاز. يركِّز أغلب كتاب «الطفرة» على أوبري ماك كليندون، مؤسِّس شركة «تشيسابيك» للطاقة Chesapeake، ويصفه بـ«الشريك ذي الوعود الجوفاء»، وبأنه من أوائل المتبنِّين للمسألة، وبأنه رأسمالي جشع»، إلا أن جولد يشيد بماك كليندون بسبب رؤيته للمستقبل الواعد للغاز الصخري، والدفع بعملية إنتاجه، فيولي اهتمامًا مماثلًا لصعوده وسقوطه.

يسلّط جولد الضوءَ على الصراع بين الأخلاق والحاجة إلى المادة الخام، الذي يميز صناعة الطاقة اليوم، ويستعين في ذلك بتجربة شخصية. فقد كان أبواه يمتلكان أرضًا ذات ملكية مشتركة في بنسلفانيا منذ سبعينات القرن الماضي. وفي عام 2009، كانت «تشيسابيك» للطاقة تتهافت على اقتناص عقود إيجار الأراضي هناك؛ للتنقيب عن الغاز الطبيعي تحت سفح تكوين مارسِلُّوس الصخري Marcellus. وبينما كان يقدِّم مشورته لوالديه بشأن عرض تشيسابيك ـ البالغ 400 ألف دولار ـ كان جولد حائرًا بين رغبتهما في منع تلوث المياه الجوفية، وبين اقتناعه بأنّ عمليات التكسير ستجري على قدم وساق من حولهما، مدفوعةً بالحاجة المحلية إلى الغاز، والدخل، وفرص العمل. وكما قال له أحد الفلاحين.. الاستغلال المحلي للغابات والفحم لا يمكن أن يدوم: «لا يمكننا فعل ذلك ثلاث مرات على التوالي... فإذا لم نقم بذلك على نحو صحيح، تُرى ماذا نكون قد ارتكبنا؟» ورغم التردُّد والشك، تم توقيع عقد الإيجار.

إضافة إلى تحليله الدقيق للطبيعة المزعجة للتكسير، يقدم جولد تقريرًا عميقًا عن روايتين لم يكشف عنهما من قبل. تتعلق الرواية الأولى بالعلاقة الوثيقة بين ماك كليندون، وأقرب أصدقائه منذ كان في الجامعة، رالف إيدز. يقول جولد إنه بدايةً من عام 2004، تحدَّث ماك كليندون مع إيدز كثيرًا عن كيفية جمع رأس مال أكثر. وكان إيدز قد خطَّط لإيجاد نظام بيئي مالي جديد؛ للحصول على المال اللازم للحفر في الصخور الطينية، والترويج لفرص «تشيسابيك» في مؤسسات الاستثمار على الصعيد العالمي. وعَبْر عمل إيدز كمستشار مالي لجميع الصفقات تقريبًا، جمعت الشركة 33.7 مليار دولار. كما راهنت «تشيسابيك» بشدة أيضًا على سعر الغاز في المستقبل.

الطفرة: كيف أشعل التكسير ثورة الطاقة في أمريكا؛ وغَيَّرَ العالم
راسل جولد
سايمون آند شاستر: 2014

يكتب جولد أنه بحلول عام 2008، كان ماك كليندون وتشيسابيك من الحيتان في السوق لعقود، ولكن بدخول منافسين في السوق، نتجت وفرة في الغاز؛ فانخفضت الأسعار فجأة. ويفسر جولد: «مع ديونها الثقيلة والتزاماتها بالحفر، كان ذلك التدهور في الأسعار كفيلًا بالتعثُّر». ويتابع أنه خلال انهيار سوق الأوراق المالية في عام 2008، فقدت أسهم تشيسابيك 59% من قيمتها، وبالتزامن مع ذلك، كانت هناك تسريبات أن ماك كليندون حصل على قروض شخصية كبيرة من مؤسسة «إي آي جي جلوبال إينرجي بارتنرز» EIG Global Energy Partners ـ وهي مستثمِر، تَوَسَّطَ إيدز لإيجاد صلة له مع تشيسابيك ـ بدون علم مجلس إدارة شركته. يَذكُر جولد كيف هاج المساهمون الكبار في الشركة على نحو متزايد، حتى تم إنهاء عمل ماك كليندون في عام 2013.

الرواية الثانية التي أوردها جولد هي المشارَكة السرية بين ماك كليندون وكارل بوب، رئيس نادى «سيرا»، وهي أكبر منظمة مُدَافِعة عن البيئة في الولايات المتحدة على مدى 18 عامًا. وكان للشخصين اهتمام مشترك في مناهضة توليد الطاقة من الفحم، لكن دوافع كلٍّ منهما كانت مختلفة جدًّا.. فبوب كانت دوافعه مكافحة تغيُّر المناخ. أما ماك كليندون، فكان همّه توطيد فكرة أن الغاز الطبيعي هو الخيار الأمريكي الأمثل كوقود لشبكات الطاقة. وبدون عِلْم نادى سيرا، سمح بوب لماك كليندون أن يمول سرًّا حملة «ما بعد الفحم» التي قامت بها المنظمة، رُغم أن فرع المنظمة في نيويورك كان يناضل ضد التكسير، بسبب تلوث المياه، ثم يصف جولد تصاعُد التوتر داخل نادى سيرا، وطرد بوب في النهاية في عام 2011.

إنّ تكاليف ومزايا التكسير الهيدروليكي عملية معقدة، وهو أمرٌ لا مواربة فيه أبدًا.. فالهبوط السريع في معدل آبار الغاز الصخري والنفط المَضْغُوط، أو الذي يتم الحصول عليه بالتكسير، يجبران المُكسّرين على زيادة وتيرة الحفر باستمرار، لمجرد الحفاظ على الإنتاج الإجمالي ثابتًا. إنّ خطر الاعتماد على مصادر محدودة هو أمرٌ نابعٌ من النهج الأمريكي تجاه تنمية الطاقة، الذي يتسم بعدم التقيُّد، وبكونه مدفوعًا بالسوق. وتتوقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية وصول النفط المضغوط لذروة إنتاجه بحلول عام 2021، رغم أن البعض يعتقد أن ذلك إفراط في التفاؤل.

يستكشِف كِتاب «الطفرة» بدقةٍ المسائلَ الفنية المتعلقة بتلوث المياه، والفشل في تطوير حلول لها. فعَجْز المراقبين عن مواكبة رجال الأعمال ـ وهي مشكلة قديمة قِدَم صناعة النفط ذاتها ـ يفتح الباب أمام ضرر لا يمكن إصلاحه. فالحفر اليوم بمثابة «طوق نجاة للوقود الأحفوري»، في الوقت الذي يُعَدّ اعتمادنا عليه، ومخاطر تغيُّر المناخ، أكثر خطورة من أيّ وقت مضى.

يشير جولد إلى أنه على مدار تاريخ يمتد إلى 150 عامًا من استكشاف النفط والغاز، شققنا طريقنا للانحدار.. من مخزونات هائلة من المواد الهيدروكربونية الرخيصة عالية الجودة، إلى الغازات الصخرية رديئة الجودة. ويصف جولد متأملًا: «المصادر الصخرية هي حيث تحولَّت عوالق الكائنات الحية Plankton إلى مواد هيدروكربونية». ويضيف قائلًا: «لا يمكننا أن ننحدر أكثر من ذلك». ويجب علينا، نحن مدمنو الوقود الأحفوري، أن ننظر إلى الغاز الصخري كما ننظر إلى المسكِّنات: كنقطة انطلاق في مسيرتنا، نحو مستقبل يعتمد على الطاقة المتجددة. ■

كريس نيلدر محلِّل في شؤون الطاقة، وصحفي مستقل، كَتَبَ «الربح من القمة» *Profit from the Peak*، و«الاستثمار في الطاقة المتجددة» *Investing in Renewable Energy*، وله مدونة، عنوانها: GetREALList.com.
البريد الإلكتروني: chris@getreallist.com

تصحيح

تم خطأ نَسْب البيانات الخاصة برسم مراسلات P. Ginsparg (*Nature* **508**, 44; 2014) ـ المنشور في عدد مايو الماضي من «نيتشر» الطبعة العربية ـ إلى C. Labbe، الذي قدّم مجموعة فرعية من البيانات الأولية التي استخدمها المؤلف.



ROGER HARRIS/SPL

يجب تنظيم نشر الأقمار الصناعية؛ من أجل الحفاظ على الفضاء آمنًا وقابلًا للاستعمال.

سياسة الفضاء

حدود نهائية أوضح

ديفيد ساوثوود يجد أن دراسةً عن حماية الفضاء يمكن أن تكون أقصر أَمَدًا من خلال التعاون، بعكس لو كانت من خلال صراع.

عندما قرأتُ كتاب خبير السياسة جيمس كلاي مولتز «مدارات مزدحمة» *Crowded Orbits*، خطر على بالي مَثَل قديم: « إذا لم يكن لديك سوى مطرقة، رأيتَ كل مشكلة مسمارًا ». يشير المثَل إلى المخاطر الكامنة في معرفة الكثير من وجهة نظر معينة. ونظرًا إلى أنني عملت على تحالفات فضائية افتراضية وحقيقية، شملت الهند والصين وكندا واليابان وروسيا والولايات المتحدة وجميع الدول الأوربية تقريبًا؛ فقد عرفت الكثير، إلا أن رؤيتي المحدودة أصبحت واضحة عندما قرأتُ الكتاب. وهذا ما حصل للحدود التي في الكتاب نفسه.. فأنشطة الفضاء العالمية، سواء أكانت متصارعة، أم متنافِسة، أم متعاونِة، تبدو مختلفةً تبعًا للمكان الذي تقف فيه.

يتَّصف مولتز بخلفية عسكرية. وموضوع كتاب «المدارات المزدحمة» هو تنظيم الدخول إلى الفضاء واستعماله، وتجنُّب الحرب فيه. ويجادل مولتز من أجل اتفاقية جيوسياسية لحماية الفضاء من تهديدات كارثية: أحداث مقصودة، أو غير مقصودة، يمكن أن تجعل مناطق من الفضاء غير قابلة للاستعمال، نتيجة لتراكم الحطام، أو ـ باحتمالٍ أقل ـ الإشعاع. وفَهْمُهُ لمخاطر الحطام يجعل الكِتابَ ذا قيمة لأي شخص منغمس في أعمال الفضاء، من رواد الفضاء إلى الصناعيين، إلى الموظفين الحكوميين. ومع ذلك.. فإن السياق المعروض ليس سوى جزء من حكاية سبب وجوب إبقاء الحدّ الأخير نظيفًا.

لقد أصبح دور الفضاء جوهريًّا في البنية التحتية المدنية، والأنشطة العسكرية البرية: فالاتصالات، ومعلومات الأماكن الجغرافية، ومراقبة البيئة والملاحة تعتمد عليه. أفَلا يجب على الدول أن تتعاون؛ لتدرأ كارثة تراكُم الحطام؟ توجد لدى الأمم المتحدة لجان لنزع السلاح والاستعمالات السلمية للفضاء الخارجي، ومع ذلك.. لا تبدو أيّ لجنة من هذه اللجان قادرة على معالجة هذه المسألة. ففي جوهر المشكلة تكمن جَدَليّة المصالح الذاتية والمنافسة، بدلًا من التعاون المثمر المتبادل. ومولتز يُثير قضية ضرورة إيجاد الوسائل المُعِيْنَة على التعاون. فهو يعاين نماذج التعاون، ويُركِّز الاهتمام على محطة الفضاء الدولية، لكنّ استقصاءه لمساعي التعاون الفلكي والاستكشافي الأخرى سطحيٌّ إلى حد ما، وتوجد فيه بعض الأخطاء. فمهمة «روزيتّا» ـ التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية (إيزا) ESA ـ مثلًا ليست مهمة في المنظومة الشمسية، بل سوف تلتقي بمُذَنَّب وترصده. والمسبار القمري تشاندرايان-1 كان بمثابة تعاون بين الهند، و«إيزا»، و«ناسا»، وبلغاريا. وما لم يذكره هو.. تلك المهمة الصينية الأوروبية المشتركة الرائدة (النجم المزدوج).



مدارات مزدحمة: الصراع والتعاون في الفضاء
جيمس كلاي مولتز
مطبعة جامعة كولومبيا: 2014

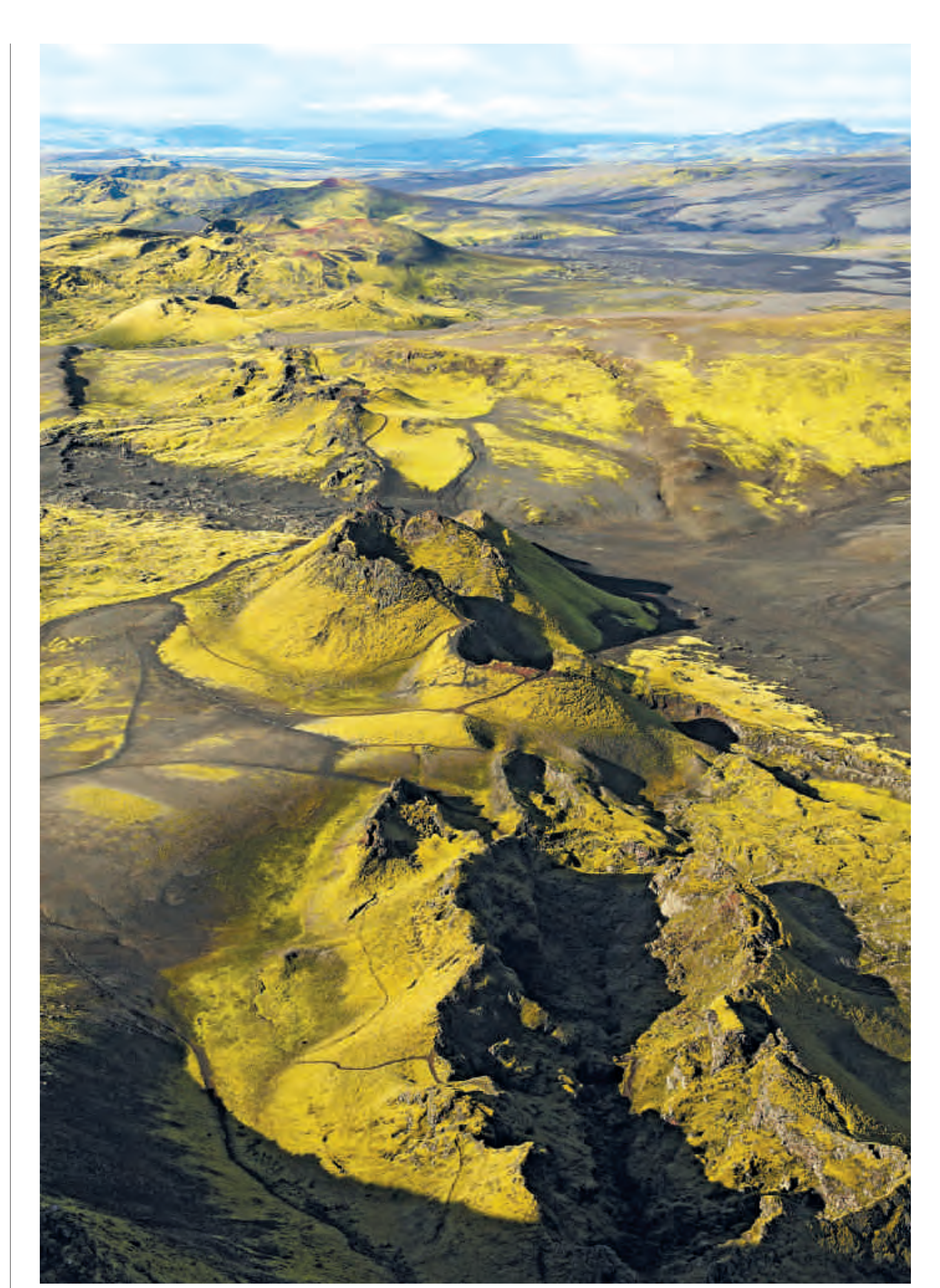
توفِّر الإخفاقات في التعاون كثيرًا من الدروس، ويذكُر مولتز في هذا السياق المهمة الدولية القطبية الشمسية قبل 25 سنة تقريبًا، وانسحاب الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2012 من التعاون مع «إيزا» في استكشاف المريخ، إلا أنه يغفل عن القضية المحوريّة الخاصة بمختبر أشعة جاما الدولي International Gamma-Ray Laboratory (INTEGRAL) الذي أُطلق في عام 2002، وهي أن غياب المستويات الكافية من الدعم الأمريكي له أدّى إلى أول تعاون وثيق بين برنامج «إيزا» العلمي، وروسيا، لكن التمييز بين التعاون والتنافس ظهر قبل عقود، حينما رفضت الولايات المتحدة إطلاق قمر الاتصالات الفرنسي الألماني «سيمفوني» Symphonie. وتعلمت أوروبا حينئذ أنّ عليها الاعتماد على نفسها في استعمال الفضاء للأغراض التجارية، أو ذات الصلة بالسوق.

يدرك مولتز أن الفضاء مهم للتجارة، لكن القراء قد يتساءلون إنْ كان يعرف كيف يمكن لهذا الأمر أن يحرِّض التشريعات. إن الاتحاد الأوروبي ـ وهو أكبر تجمُّع اقتصادي في العالم ـ سوف يُطلِق هذا العام عدة مركبات فضائية، منها أعضاء من عائلة الأقمار الصناعية «سِنتيِنل» Sentinel التي تراقب الأرض. وهذه حركة اقتصادية، فاستعمال الفضاء في تطوُّرٍ متواصل، ويتركَّز على نحو متزايد في مزايا مجتمعية من قبيل الملاحة، ومراقبة البيئة. ومولتز يدمج ذلك على نحو غير جيد مع رؤيته للمستقبل.

هذه الاعتراضات لا تقلِّل من أهمية دعوة مولتز لتنظيم وحماية استعمال الفضاء دوليًّا، إلا أن طريقة تحقيق ذلك يمكن أن تكون مختلفة عن الاهتمام المشترك باستكشافه أو تحييده عسكريًّا، إذ يمكن استخلاص دروس من التعاون المدني في مجالات معينة، كمراقبة الأرض مثلًا. إن لدى كل أمة مصلحة في إدارة كوكبنا على نحو أفضل، وهذا يحتاج إلى بيانات عن الفضاء. فهل هناك طريقة لزيادة الوعي، تكون بديلة عن مجموعة مراقبة الأرض Group on Earth Observations (GEO)؟

تتَّخذ مجموعة مراقبة الأرض من سويسرا مركزًا لها، والولايات المتحدة هي التي اقترحتها، ثم أنشأتها مجموعة الثماني G8. ومن خلالها، وقعت 90 دولة على تبادل حُرّ لبيانات فضائية تخص مراقبة الأرض. وهي لا تطلق أقمارًا صناعية البتة، لكنْ هل يمكن لتأثيرها أن يقود إلى إحساس على مستوى العالم بضرورة حماية الوصول إلى الفضاء واستعماله؟ ومهما كان كِتاب «مدارات مزدحمة» جيدا، فإن من الواضح أن المستقبل يتطلب مجموعة أدوات كاملة، لا مجرد مطرقة فقط. ■

ديفيد ساوثْوود محقِّق بحوث أساسي لدى إمبريال كوليدج في لندن، ورئيس مجلس أمناء معهد لندن لسياسة وقانون الفضاء.
البريد الإلكتروني: d.southwood@imperial.ac.uk



BRUNO MORANDI/HEMIS/CORBIS

مخروطات من رماد بمنتزه سكافتافل الوطني في أيسلندا علامةً شاهدة على اندلاع بركان لاكي في عام 1783.

جيولوجيا

تحليـل الثَّوَرَان البركانـي

يقيِّم **تيد نيلد** تاريخ اثنين من الأحداث البركانية الجِسَام في أيسلندا، وإندونيسيا.

تَظْهَر وقائع ثَوَرَانين بركانيَّين ـ تفصل بينهما آلاف الكيلومترات، و32 سنة ـ في غضون أشهر. ففي كتاب «جزيرة تحترق» *Island on fire*، تستقصي ألكسندرا ويتز مع جيف كانبي بركانَ لاكاجيجار Lakagígar (الذي يُعرف عادةً باسْم «لاكي»Laki) في أيسلندا، الذي اندلع في أواخر القرن الثامن عشر. أما جيلن دارسي وود، فيصدر كتاب «تامبورا: الثَّوَرَان الذي غيَّر العالم» *Tambora: The Eruption That Changed the World*، أو تاريخ الثَّوَرَان المهول العملاق الذي اندلع في إندونيسيا في عام 1815، وكان له تأثير عالمي. وكلاهما ترك علامات لا تنمحي من السجلات التاريخية والثقافية، وكذا الجيولوجية.

ثار لاكي في عام 1783، عندما انفصل منفرجًا قِسْمٌ من جنوب غرب أيسلندا، قاذفًا كميات هائلة من الحِمَم الغازية والرماد البركاني. ولا تزال بقايا جدار النار ماثلة للعيان، تبيِّن المشهد في مخروطات

جزيرة تحترق: قصة لاكي الاستثنائية: البركان الذي أظلم القرن الثامن عشر
ألكسندرا ويتز، وجيف كانبي
بروفايل بوكس 2014

تامبورا: الثَّوَرَان الذي غيَّر العالَم
جيلن دارسي وود
برنستون يونيفرستي برس، 2014

رماد تغطيها الحزازيّات. استمرت ثورة البركان لمدة ثمانية أشهر، وقُدِّرت خسائره بالملايين من الوفيات في شتى أنحاء العالم، كما تلفت المحاصيل في شمال أوروبا؛ الأمر الذي ربما أدَّى إلى الإسراع ببداية الثورة الفرنسية. وقد تم توثيق آثار لاكي البعيدة من قِبَل بنيامين فرانكلين، الذي صار سفيرًا للولايات المتحدة في باريس، والكاهن البريطاني جيلبرت وايت، المعنيّ بالتاريخ الطبيعي، رغم أن أيًّا منهما لا يعرف على وجه اليقين مِن أين جاءت غَيْمات الضباب الكبريتي الجاف. في كتاب «جزيرة تحترق»، حيث لا مناص من عودة أكثر من ثوران بركاني مماثل، يطرح ويتز وكانبي سؤالين: ماذا حدث بعد ذلك؟ وكيف يمكننا التعامل مع مثل هذا الحدث اليوم، آخذين في الحسبان فوضى حركة الملاحة الجوية التي تَسَبَّب فيها ثوران عام 2010، ذاك الذي يخص بركان إيافيالايوكل Eyjafjallajökull غير المهم نسبيًّا.

في معرض وصفهم لاكي، يطبِّق ويتز وكانبي استبصار علم البراكين الحديث على رواية شاهد عيان تقليدية للقس يون ستِنجريمسون (متوفرة باللغة الإنجليزية، بعنوان «حرائق على الأرض»؛ معهد البراكين الشمالية، 1998). إنّ الانتقال السريع ما بين تكتونيّة الألواح ونظرية أعمدة الوشاح يضع أيسلندا في السياق، قبل استعراض «البراكين العظمى» في العالم. والفصول اللاحقة تصف تأثيرات لاكي المحلية والعالمية، وتعيد النظر في الموقع (ذاته) كما هو عليه الآن. وثمة دليل توجيهي عام عن المخاطر البركانية، يسبق القِسْم الأخير الذي يتناول كيف يتعامل معها المجتمع الحديث، ومتى يمكننا أن نتوقع بعد ذلك ارتقاءً إلى مستوى التحدي. كم أحتاج بشدة إلى الصراخ.. إلى «تنبيه مفسد»، قبل الكشف عن إجابات لن تكون مفاجِئَة «على غير ما يرام»، و«عسى أن يكون ذلك قريبًا».

وأوصاف التفسيرات الحديثة للثَّوَرَان موثَّقة، فالكِتَاب يقدِّم خلفية ممتازة، تتوسع أيضًا في النظرة حيال الأخطار البركانية العالمية على وجه العموم، لكنّ بِنْيَته التعليمية ومنهجه قد يكونا محبطين، إذ يصدران عن اثنين من الذين يكتبون في مجال العلوم (منهما ألكسندرا ويتز التي تعمل في «نيتشر»). فالنص يشبه ملحوظات عن محاضرة، تمس كل شيء، مع إحالات إلى حيث قد يجد المرء تفاصيل أكثر إثارة.

وعلى الرغم من هذا الالتصاق بالأكاديمية ـ الذي سيرحِّب به كثيرون ـ فالقصة في بعض الأحيان مبالَغ في ترويجها. وقد تغطَّت أوروبا بضباب جاف، وعانت أمطارًا حمضية واسعة الانتشار، لكنها ما «استحالت ظلامًا» أبدًا بسبب لاكي. وقد أُفْرِطَ في تبسيط بعض المعلومات الجيولوجية، وبالتالي قُدمت على نحو أقل إثارة مما ينبغي. وعلى سبيل المثال.. المجال المغناطيسي للأرض لم ينشأ فقط عن رجرجة النيكل والحديد المنصهرين في لب الأرض. وفيزياء دينامو السائل أكثر إثارة للجدل ممّا انطوى عليه عرض ويتز

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وكاني، كما لقِيَ ستِنجريمسون معاملةً سيئة. إن قصة لاكي تكاد لا تفتقر إلى حكايات مروعة عن الموت من الجوع، والاختناق، أو التسمم بالفلور، وأكثرها وصفه رجل الدين. ولأمدٍ طويل نال ستِنجريمسون التبجيل في حياته كصانع معجزة، لِمَا بدا وكأنه إيقاف الحمم بقوة الصلاة، عندما مجَّد «كتلة النار» التي ـ لحسن الحظ ـ تزامنت مع الوقوف النهائي للتدفق، كما نال التبجيل اليوم (بعد مماته) كمؤرخ دقيق لثورة البركان. لقد اختُزِلَت مسيرته المدهشة هنا إلى ابتهال إبّان أحداث مؤسفة.

وعلى النقيض من ذلك.. فإن اندلاع بركان تامبورا الجبار في عام 1815 لا يمكن المبالغة فيه البتة. فقد وَسَّع وود من إدراكنا لما وراء العنوان «عام بلا صيف»، وقصة ماري شيلي التي ترددت كثيرًا، وكآبة ما كتبه اللورد بايرون عن فرانكنشتاين والظلام في أعقاب الاندلاع البركاني أثناء الإقامة في فيلا ديوداتي بالقرب من بحيرة جنيف، بيت قضاء العطلات؛ الأكثر شهرةً في التاريخ. دمَّر اندلاعُ تامبورا جزيرةَ سومباوا في إندونيسيا، وأدَّى إلى عقد من الأحوال الجوية السيئة التي نشرت المجاعة والمرض في جميع أنحاء أمريكا الشمالية وأوروبا والهند والصين، لاسيما مقاطعة يونان، حيث حوَّلها تلف المحاصيل المتتابع من حوض لزراعة الأرز إلى دولة تزرع الأفيون.

إنّ إجادة وود للأدب العلمي مثيرة للإعجاب، ولا يضاهيها شيء أكثر من معرفته بتاريخ العالم خلال هذه الحقبة الكارثية لتغير المناخ العالمي. وقام بنَسْج حكاية من المعلومات الكثيفة التي استوعبها؛ حازت الاهتمام البشري والثقافي، كان قد رسمها من وحي مجاعة البطاطس الأيرلندية «المنسية» بين عامي 1816، و1818 ومونتيسلو، منزل توماس جيفرسون في ولاية فيرجينيا، حيث كان حُلْمه بنظام عالمي جديد بمثابة أنشودة رعوية زراعية طبيعية، ولكنّ حلمه انهار خلال «عصر تامبورا».

كانت هناك أيضًا إطلالة جون بارو، السكرتير الثاني الماكر بالأميرالية البريطانية، الذي توسَّل بنجاح إلى أرباب عمله من أجل استئناف السعي الذي ينشد الممر الشمالي الغربي على أساس من تقارير صائد الحيتان وليام سكورسباي عن خُلُوّ المياه من الجليد قبالة شمال كندا في عام 1817، وبدعم من عالِم التاريخ الطبيعي، جوزيف بانكس، في الجمعية الملكية. ومع هزيمة نابليون، كانت هناك حاجة إلى أن يظل رجال البحرية مشغولين. لقد أُرسِلَ الكثيرون منهم ـ وأكثرهم شهرة العميد بحري السير جون فرانكلين ـ إلى حتفهم في العقود التالية: فبعد أن تضاءلت الآثار المناخية البعيدة وواسعة الانتشار لبركان تامبورا، عاد الجليد لينتقم؛ ودمّرهم.

إن هذا الكتاب هو أكثر بكثير من كتاب علمي رائع وجماهيري. ورَسْم عالَم من البيانات ذات الصلة بهذه الحقبة التي غيَّرها الثَّوَرَان البركاني قد أَسْهَمَ وود ـ من خلاله ـ بقَدْرٍ وافر في علم البراكين، وعلم المناخ، والتاريخ الثقافي، مدفوعًا بشغفه الشخصي وعزيمته. ■

تيد نيلد يقوم بتحرير دوريّة عالم الجيولوجيا لصالح الجمعية الجيولوجية في لندن . صَدَرَ كتابه «مساحات تحت أرضية» *Underlands*، جرانتا بوكس، في مايو الماضي.

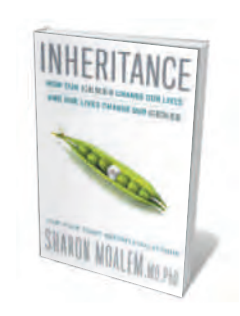
ملخصات كتب



الأمل على الأرض: مُحَاوَرَة

بول أر. إيرليتش، ومايكل تشارلز توبياس، مطبعة جامعة شيكاغو (2014)

تمنح هذه المحادثات الثنائية بين عالِم الأحياء بول إيرليش، وعالم البيئة مايكل تشارلز توبياس نوعًا من الراحة لهؤلاء الذين أصابهم الضجر من العجز الذي يخيِّم على المفاوضات عالية المستوى بشأن مشكلات الكوكب الأرضي. ويُعَدّ حوارهما ـ الذي كان في الأغلب حامِي الوَطِيس ـ عن المناهج العلمية، والأخلاقية، والفكرية؛ لمجابهة معضلتنا العالمية، مستندًا بقوة على تفاصيل مثل حقائق التربية غير المستدامة للماشية، أو المعادلة المختلة للسكان والموارد. وبالرغم من الدعوة الصارمة، فإن خطتهما للتحرك من أجل الإنسانية - مثل تحديد حجم الأسرة – تُعتبر مُقْنِعة.



الوراثة: كيف تغيِّر جيناتُنا حياتنا، وكيف تغيِّر حياتُنا جيناتنا

شارون مولام، جراند سنترال للنشر (2014)

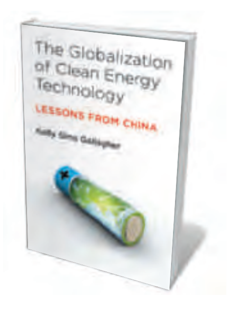
يقدِّم الطبيب شارون مولام معلومات وراثية متخصصة ـ في أسلوب بسيط ـ بدراسته لمبدأ «الوراثة المرنة»، وهي التناغم المستمر بين الجينات والخبرة. يستخدم الكاتب القراءات التشخيصية لمرضاه (فعلى سبيل المثال.. زرقة بياض العين، يمكن أن تُعَدّ مؤشرًا على حالة ضعف العظام، التي تُسمَّى تكوُّن العظام الناقص *osteogenesis imperfecta*)، كنقطة انطلاق لمناقشة أوسع حول التعبير الجيني، وسيطرته، وأكثر من ذلك. ويرى أن الفكرة القائلة إن الجينات هي بمثابة أمر حتمي يلازمنا مدى الحياة قد تبدَّلت، حتى بالنسبة إلى بعض الاضطرابات الخطيرة.



أنت هنا: من البوصلة إلى الـ(جي بي إس)، تاريخ ومستقبل طرق العثور على أنفسنا

هياواثا براي، بيزيك بوكس (2014)

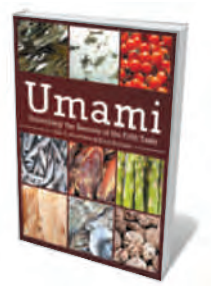
يُعَدّ فقداننا للطريق ـ المتصل بالاستكشاف ـ نادرًا في عالمنا المُخَطَّط بدقة. يقْتَفِي هياواثا براي أثر التطبيقات التكنولوجية التي قادتنا إلى هذه الحالة من فرط الرؤية. ومنطلِقًا من اكتشاف الطبيب وليام جليبرت من حقبة أسرة تودور أن الأرض ما هي إلا مغناطيس هائل، يتناول براي في كتابه جهاز الراديو وجهاز قياس الاتجاه «جيروسكوب»، والأقمار الصناعية لتحديد المواقع عالميًّا، والبث اللاسلكي فائق الدقة والسرعة «الواي فاي»، والهواتف الذكية، وخدمة خرائط «جوجل»، ونظام التتبع بالرقائق الإلكترونية وجهاز القارئ، وأكثر من ذلك. كما تناول باستفاضة مناقشة عواقب تطبيقات تلك «الشفافية المكانيّة» ذات النزعة الأورويليّة؛ محدثًا تأثيرًا مثيرًا للقلق.



عولمة تكنولوجيا الطاقة النظيفة: دروس من الصين

كيلي سيمس جالاجر، معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا برس (2014)

لم تكن الحاجة إلى الابتكار في مجال الطاقة النظيفة أكثر إلحاحًا أكثر من اليوم، لكن الخبراء يرون أن الحواجز التجارية وقضايا الملكية الفكرية تعوق انتشار التكنولوجيا. وتقدِّم دراسة كيلي سيمس جالاجر للصين ـ أبرز مستهلِك للطاقة في العالَم، وموطن إنتاج وتصدير التكنولوجيات المستوردة ـ فارقًا بسيطًا. يهدم تناول جالاجر لصناعة الطاقة الضوئية الشمسية في البلاد ـ على سبيل المثال ـ الخرافات المتعلقة بالحواجز، وتكشف أن قنوات معينة ـ مثل البحوث والتنمية المشتركة ـ أدَّت إلى عولمة انتقال التكنولوجيا. وتزعم المؤلفة أن القضية الحقيقية هي الافتقار إلى حوافز عمليّة للسياسات الحكومية.



الأومامي: فَكّ أسرار الحاسة الخامسة

أوليه جي. موريتسين، وكلافس ستايرباك، مطبعة جامعة كولومبيا (2014).

يضيف الأومامي «الطعم اللاذع اللذيذ»، بدايةً من النكهة الشهية العتيقة لجبن البارمزيان إلى تعقيدات مَرَقَة حساء داشي dashi الياباني، بُعْدًا خامسًا للنَّكْهَة الكونيّة. ويكرِّر هنا عالِم الفيزياء الحيوية أوليه موريستيان ـ الذي ينسج كتابه «الأعشاب البحرية» (مطبعة جامعة شيكاغو، 2013) بسلاسة حالةً من الانسجام بين العلم وفن الطهو ـ تلك الوصفة مع الشيف كلافس ستايرباك. تتناوب الأدوار بين البحث في مناطق مثل دور الأومامي في التحكم في الشهية، وبين قائمة طعام مذهلة تضم ـ على سبيل المثال ـ كبد سمك الراهب المطهو ببطء مع الفول السوداني والتوت البَرِّي الأحمر.

مراسلات

التأخير يهدِّد جائزة «نوبل»

اتسعت الفترة بين وقت الإعلان عن اكتشاف علمي مستحِقٍّ لجائزة «نوبل»، وإعلان منحه الجائزة، إذ أصبحت فترات الانتظار لمدة تزيد على 20 عامًا أمرًا شائعًا. وفي حالة استمرار ذلك التوجه، فإن أعمار بعض المُرشَّحين لجائزة «نوبل» ربما لن تمتد بما يكفي ليكونوا حاضرين في حفل تتويجهم بالجائزة.

قبل عام 1940، كانت جوائز «نوبل» تُمنح بعد عشرين عامًا من الاكتشاف الإبداعي لحوالي 11% فقط من الجوائز للفيزياء، و15% من الجوائز للكيمياء، و24% من الجوائز للطب. ومنذ عام 1985، أصبح هذا التأخير الطويل لمنح جوائز «نوبل» بنسبة 60%، و52%، و45% لهذه المجالات بالترتيب.

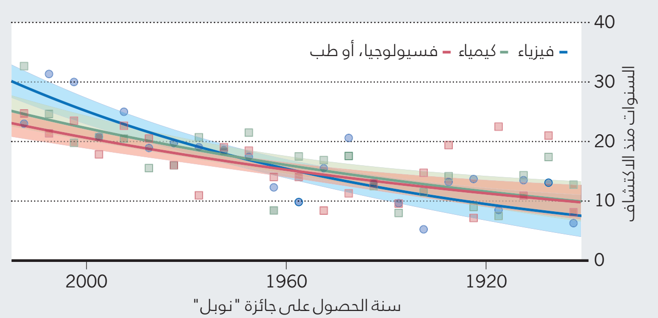
يمكن أن يتناسب هذه التأخير المتزايد بين الإعلان عن الاكتشافات العلمية والتقدير الرسمي لها مع منحنًى تصاعدي (انظر: «الطريق الطويل إلى السويد»)، وتنتشر نقاط البيانات فيه حول المتوسط. ومع اتساع متوسط هذا التأخير، يزداد متوسط العُمْر الذي يُمنح فيه الحائزون على «نوبل» جوائزهم. وبحلول نهاية هذا القرن، قد يزداد احتمال أن يتجاوز متوسط العُمْر المتوقَّع وقت تسلُّم الجائزة متوسط عُمْر الحاصل عليها (البيانات غير موجودة بالرسم). وبالنظر إلى عدم إمكانية منح جائزة «نوبل» بعد وفاة المرشَّح لها، فإن هذا التأخير يهدِّد بتقويض واحد من أهم تقاليد ومؤسسات العلم المرموقة.

سانتو فورتوناتو* جامعة آلتو، فنلندا.
Santo.fortunato@gmail.com

*بالإنابة عن 6 موقِّعين مشاركين، انظر: go.nature.com/cmmxa5 للقائمة الكاملة.

الطريق الطويل إلى السويد

العلماء الذين ينشرون اكتشافات مستحقَّة لجائزة "نوبل" ينتظرون الحصول عليها ـ في المتوسط ـ أكثر من أي وقت مضى.



نقاط البيانات تمثل متوسط فترات انتظار لخمس سنوات. والأشكال المحيطة بالأسطر توضح حدود الثقة.

تربية الماشية: معالجة الطلب والعائد

من بين عديد من الاقتراحات الجديدة بالثناء، يقترح مارك إيزلر ورفاقه قَصْر أعلاف الماشية على العلف اللِّيفي، مثل العشب والسيلاج (انظر: *Nature* **507**, 32- 34; 2014)، إلا أننا نعتقد أنّ أية محاولة لتلبية احتياجات النمو المطَّرد في الطلب العالمي على اللحوم ومنتجات الألبان ـ من خلال التركيز على نظم رعي الحيوانات المجترة ـ سيكون مدمِّرًا للتنوع الحيوي، والمناخ العالمي.

ورغم أن الحيوانات المجترّة تقوم بتحويل العشب والسيلاج إلى بروتين حيواني، إلا أنها تقوم بذلك بشكل غير كفء؛ ومن ثم فإنها تحتاج إلى مساحات من الأراضي؛ لإنتاج كمية معينة من اللحوم والألبان تفوق بمراحل تلك التي تحتاجها الحيوانات المجترّة التي تتغذى على أنظمة غذائية تشمل الحبوب. وزراعة كميات من الأعلاف تكفي لتلبية الطلب ستستلزم التوسع في الأراضي الرعويّة على نطاق واسع (انظر: go. nature.com/7mf63y)، الأمر الذي يُعَدّ سببًا رئيسًا في خسارة التنوع الحيوي، وإزالة الغابات الاستوائية، وانبعاث ثاني أكسيد الكربون.

بدلًا من ذلك الاقتراح.. تجب معالجة الآثار البيئية لإنتاج اللحوم والألبان عبر جهود مكثفة؛ للحدّ من الاستهلاك، ووقْف التوسع الرعوي، وزيادة العوائد على الأراضي الزراعية التي تُستغَلّ بالفعل لتربية الماشية. وتشجيع الرعي على نطاق واسع بدون معالجة متطلباته؛ سيكون ضرره أكثر من نفعه.

إيراسموس كيه. إتش. جيه، زو إيرمجاسِّن، ديفيد أر. ويليامز، أندرو بالمفورد، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة.
Ekhjz2@cam.ac.uk

طفرة الطاقة المتجددة الصينية

تمثل الطفرة في الطاقة المتجددة ـ التي تقودها الصين، والهند، وأوروبا، والولايات المتحدة، واليابان ـ أمرًا جوهريًّا لتخفيف انبعاث الكربون (انظر: *Nature* **507**, 300- 302; 2014)؛ وقد سجل العام الماضي نقطة تحول مهمة في ثورة الطاقة المتجددة بالصين، على وجه التحديد، حيث تمثل المياه والرياح ومصادر الطاقة الشمسية العامل الأساسي الأكثر قدرة على توليد الكهرباء (59%) من الوقود الحفري الجديد، أو المنشآت النووية 41% (انظر: go.nature. com/z6job5).

بلغ إنتاج الصين من الكهرباء 5,322 مليار كيلووات- ساعة ، منها 74% عن طريق محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم (ذكر بعض الباحثين تطورًا ملحوظًا على نسبة الـ80% ؛ انظر: D. Helm *Nature* **491**, 663- 665; 2012).

وقد أسهمت مصادر الطاقة المائية (17%) والرياح (2.6%) ومصادر الطاقة النووية (2.1%) ومصادر الطاقة الشمسية (0.16%) في تحقيق هذا التوازن بصورة أساسية. وبذلك.. تشكل المياه والرياح والطاقة الشمسية المصدر الأساسي لخُمس الكهرباء التي يتم توليدها في الصين، مستبِقَة بعامين الهدف الذي وضعته الدولة لعام 2015.

جون أ. ماثيوز جامعة ماكواري، سيدني، أستراليا.
John.mathews@mgsm.edu.au
هاو تان جامعة نيوكاسيل، كالاهان، نيو ساوث ويلز، أستراليا.

بطاريات الفاناديوم ليست باهظة

تُعدّ بطاريات تدفق الفاناديوم اقتراحًا تجاريًّا جذابًا، لكونها آمنة وصديقة للبيئة، فضلًا عن استخدامها سوائل تحليلية قابلة لإعادة التدوير، وما تتمتع به من دورة حياتية طويلة (حوالي 13,000 دورة)، واستمرارها لمدة تزيد على 15 عامًا؛ كذلك فإن تكلفة هذه البطاريات ليست باهظة كما يعتقد البعض (*Nature* **507**, 26- 28; 2014).

لقد حدَّدتم السعر من خلال التكلفة التي قَدَّرتُها، التي تبلغ 1000 دولار لكل كيلووات/ساعة، وهي تكلفة مرتفعة في الحقيقة، إلا أن ذلك ينطبق على نظام بطاريات تدفق الفاناديوم الأكبر في العالم، وتشمل المواد الخام، والتصنيع، ونظام التحكم، والنقل، والتركيب، والصيانة. وتبلغ تكلفة النظام الذي يبلغ حجمه خُمس هذا الحجم 600 دولار لكل كيلووات/ساعة، التي يُتوقع انخفاضها إلى 400 دولار لكل كيلووات/ ساعة خلال العامين القادمين، أو الثلاثة أعوام القادمة.

بعد عامين من الابتكار والتطوير، ارتفعت الكثافة الحالية لبطاريات تدفق الفاناديوم، التي تتم تعبئتها عن طريق شركة «رونجكيه باور» Rongke Power في داليان من 80 إلى 120 أمبيرًا لكل سنتيمتر مربع.

وبالرغم من ارتفاع تكلفة الفاناديوم نسبيًّا، إلا أن هذا النوع من بطاريات التدفق يبشر بأجهزة قادرة على تخزين الطاقة على نطاق واسع.

هوامين زهانج معهد داليان للفيزياء الكيميائية، الأكاديمية الصينية للعلوم داليان، الصين.
zhanghm@dicp.ac.cn

التجريب هو شريان الحياة للعلوم

لا أحد يستطيع أن يكون عالمًا حقيقيًّا ـ حسب قول جون باروش ـ دون ممارسة عملية (انظر: *Nature* **507**, 141; 2014) سواء أكان ذلك على مقاعد المختبرات، أم في حجرة المكتب، إلا أن التجارب الناجحة ليست هي التي نهتم بها بالدرجة الأولى، لكنها إحباطات التجارب الفاشلة في المقام الأول.

إن الارتباك الناتج عن التحليلات الإحصائية هو ما يكشف عن الأخطاء غير المتعمدة في إدخال البيانات؛ والغضب العارم نتيجة معالجة مشكلات بعض البرامج التي أثبتت كفاءتها فيما مضى؛ وإدراك أن «الطبيعة لا تنخدع»، وذلك (كما حذّر عالم الفيزياء ريتشارد فاينمان).

إن خبرات الفشل والخطأ من هذا النوع تُعدّ مميزة بالنسبة إلى العلوم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الطبيعية؛ فطالب العلوم الإنسانية يتعلم من أخطاء معينة، مثل إغفال استخدام المصطلحات المتخصصة، أو الفشل في طرح البراهين القاطعة، أو عدم الانخراط في الترويج لنفسه قبل وبعد الحلقات الدراسية والندوات العلمية. أما العلوم التطبيقية، فتثبت أن ممارسة العلوم تتعدى اللجوء إلى مثل هذه الحيل.

جون سكويلس كلية لندن الجامعية، المملكة المتحدة.
j.skoyles@ucl.ac.uk

يجب على علم البيئة أن يحاول إرساء مبادئ عالمية

أختلفُ مع نصيحتكم بإيقاف البحث عن مبادئ عالمية تحكم علم البيئة (*Nature* **507**, 139- 140; 2014). ومن حُسْن الحظ أن داروين لم يعتنق رأيًا كهذا. وفي حقبة البيانات الكبرى التي نعيشها الآن يظل هناك احتياج للنظريات الكبيرة، حتى في علم البيئة.

إن «المحاذير والاستثناءات» في النظرية الحالية ـ التي أشرتم إليها باعتبارها جهودًا متعجلة لبناء نظرية أفضل ـ تمثل الأساس الأصيل للتطوير؛ فالعلم يتقدم بهذه الكيفية، وعلم البيئة ليس استثناءً.

توصون بأنه: «يجب على علماء البيئة أن يحتفوا بالجانب غير التنبؤي في مجالهم»، لكن التنبؤ يميز العلم عن الجهود الأخرى الجديرة بالاهتمام؛ كما أنه يعزز من فهمنا ويصقله.

إن استخدامكم لذئاب منتزه يلوستون الوطني ـ كمثال لدعم وجهة نظركم ـ هو مثير للسخرية؛ فالتحكم الغذائي الكامل في التجمعات متعددة الأنواع لا يمثل نظرية، وإنما هو نموذج تصوري مفرط في التبسيط.. قصة جيدة يعرفها الجميع؛ ليطبِّقوها أحيانًا. يبقى أن تأكد من إمكانية تحقق نظرية موحدة للتفاعلات الغذائية والتنافسية والتيسيرية بين الأنواع، لكن علماء البيئة لا يجب أن يتوقفوا الآن.

جون هارت جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الولايات المتحدة الأمريكية.
jharte@barkeley.edu

الصحة العقلية: أكثر من مجرد بيولوجيا الأعصاب

يَفترض القرار الذي اتخذه المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية (NIMH) بقَصْر التمويل على البحث الذي يتناول أسس الاضطرابات العقلية المتعلقة ببيولوجيا الأعصاب (*Nature* **507**,288; 2014) أنّ كل هذه الاضطرابات تنشأ عن تشوهات في المخ، إلا أن الوضع يختلف تمامًا بالنسبة إلى الذين يعانون من مشكلات في الصحة العقلية، ونخشى أن يتسبب هذا التناول في عرقلة الرؤية الإكلينيكية للمرض العقلي لعدة سنوات قادمة.

ليس ثمة دليل بيولوجي دامغ يؤكد أن كافة الاضطرابات العقلية ترجع إلى اختلال وظيفي في المخ. فالحالة المزاجية والقلق ـ على سبيل المثال ـ حالات متعددة العوامل، فهي تعتمد على عوامل بيولوجية، ونفسية، وبيئية.

إن افتراض المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية بوجود آليّات عصبية كامنة يستلزم تجمُّع أعراض اضطرابات محددة على شكل عنقودي، لأنها تنشأ عن السبب البيولوجي ذاته، إلا أن الأعراض النفسية المرضية لاضطرابات معينة ـ مثل الاكتئاب ـ تتباين بصورة كبيرة من حيث أسبابها وسياقها الوراثي، وليست لها خلفية بيولوجية مشتركة (E. I. Fried *et al*. *Psychol*. *Med*. http://doi.org/r93;2013). إن الأعراض المرضية أكثر عرضة لأنْ تتجمع بسبب روابط سببيّة، فعلى سبيل المثال.. الأرق وآثاره الجانبية هما سِمَتان واسعتا الانتشار لظروف متنوعة تتعلق بالأمراض النفسية.

إيكو فرايد وفرانسيس تيورلينكس جامعة لوفن، بلجيكا.
Eiko.fried@gmail.com
ديني بورسبوم جامعة أمستردام، هولندا.

استعادة ثقة الجماهير في مشروع «كير داتا»

تراجعت ثقة الجماهير في برنامج «كير داتا» care.data programme الذي تقدمه هيئة الخدمات الصحية الوطنية بإنجلترا، والذي سيقوم بدمج السجلات الطبية في قاعدة بيانات؛ لأهداف تتعلق بالرعاية الصحية والبحث العلمي (*Nature* **507**; 7; 2014). ونقترح أن يصبح قرار الحكومة البريطانية بالحد من إصدار البيانات بدايةً لعملية بناء الثقة الجماهيرية في البحوث الصحية على نطاق واسع، وليس نهايةً لها.

يحتاج برنامج «كير داتا» ـ في المقام الأول ـ أن يمد الجماهير بمزيد من المعلومات بشأن كيفية استخدام السجلات الطبية في المستقبل. ويمثل الانفتاح والوضوح أمرين جوهريين. على سبيل المثال، يمكن لمركز معلومات الرعاية الصحية والاجتماعية بالمملكة المتحدة (المنوط به إدارة البيانات) مشاركة بيانات كوديّة الآن مع «هؤلاء الأشخاص، وبهذه الطريقة»: هذه الاختيارات يجب توضيحها للجماهير بصورة كاملة.

يمكن لأحد التعديلات المقترحة لقانون الرعاية الصحية والاجتماعية الصادر في عام 2012 أن يحدّ من هذه السلطة المطلقة، ما يجعل نشر البيانات قاصرًا على «تحسين الصحة»، ولكن يبقى هذا الأمر عرضة للتأويل الواسع.

إن التنظيم الرسمي هو إحدى الوسائل لطمأنة الجماهير. وهناك وسيلة أخرى تتمثل في استخدام واجهات على الإنترنت تسمح للمشاركين في البحث بالحصول على المعلومات وتحديد أمور مفضلة متَّفَق عليها (J. Kaye *et al*. *Eur*. *J*. *Hum*. *Genet*., in the press).

كولين ميتشيل، ليندا بريسينو موريا، جين كاي جامعة أكسفورد المملكة المتحدة.
Jane.kaye@law.ox.ac.uk

التكلفة العملية لتبادل البيانات

بعيدًا عن أخلاقيات وآداب التبادل المفتوح للبيانات (*Nature* **507**, 140; 2014)، هناك قضايا مهمة، لا تزال الصحف بحاجة إلى تناولها.

إحدى هذه القضايا هي قضية تكلفة نشر البيانات. وتوصي كلٌّ من المكتبة العامة للعلوم، والجمعية الملكية بالمملكة المتحدة بمستودع «درياد» Dryad، الذي تبلغ رسومه حاليا 15 دولارًا لأول جيجابايت من البيانات التي تتجاوز حد الـ10 جيجابايت، و10 دولارات لكل جيجابايت بعد ذلك.

مع ذلك.. يمكن لدراسات في تخصصات معينة ـ مثل علم الأعصاب ـ أن تنتج عددًا من التيرابايتات من البيانات الأولية (1 تيرابايت تعادل 1000 جيجابايت).. ذلك القدر الذي تعجز أغلب المعامل عن تحميله.

وبالنظر إلى أن البحث في مستودع «درياد» ينتج ثلاث ورقات فقط في علم الأعصاب، في مقابل 2286 في ورقة علم البيئة، فإن سياسة «المقياس الموحد» في نشر البيانات قد لا تصلح لكافة التخصصات.

ثمة أمر آخر يتمثل في إتاحة رموز حاسوبية جديدة؛ فالباحثون غالبًا ما يكتبون رمز تحليل البيانات الخاص بهم لكل دراسة جديدة، لكنهم لا يُوَثِّقونه دائمًا بصورة كاملة. لذا.. فإن جعْل الرمز قابلًا للاستخدام من قِبَل الآخرين ربما يتطلب عملًا إضافيًّا ضخمًا، لا سيما بالنظر إلى تنوع المِنَصّات الحاسوبية، ونَسْخ البرامج (انظر أيضًا: N. Barnes *Nature* **467**, 753; 2010).

تتنوع هذه التحديات أيضًا حسب التخصص.. فربما يتألف التحليل من سطور قليلة من الرموز في بعض المجالات، في حين يبلغ آلاف السطور في مجالات أخرى، حسب ما تمليه متطلبات الأوراق البحثية لكل فرد.

جيوفري جودهيل جامعة كوينزلاند سانت لوسيا، أستراليا.
g.goodhill@uq.edu.au

زيادة سَحْب الأوراق العلمية هو دليل النزاهة

لا ينبغي ـ على نحو ما بَيَّنْتُم ـ وَسْم سَحْب ورقة علمية بالعار (*Nature* **507**, 389- 391; 2014). ويجب كذلك التأكد على أن هذه الظاهرة على مدى السنوات القليلة الماضية لا تدل على تصاعد في سوء السلوك، وإنما تعكس أمانة علمية متزايدة.

يخلط كثيرٌ من الأكاديميين والصحفيين بين سَحْب الأوراق العلمية، وتزوير النتائج، إلا أن هذا يمثل أقل من 0.02% من المطبوعات سنويًّا، وهو ما يوازي نسبة 2% من العلماء الذين أقرُّوا في دراسات مَسْحِيّة مجهولة أنهم تلاعبوا بالبيانات مرة واحدة على الأقل (انظر: D. Fanelli *PLoS ONE* **4**, e5738; 2009).

وقد صدرت أغلب الأوراق التي سُحبت رسميًّا في السنوات الأخيرة، ولم يصدر أي منها قبل السبعينات من القرن الماضي. وحاليًّا هناك عدد متزايد من الدوريّات على استعداد لنشر ما تم سحبه، وتختفي الزيادة الواضحة في معدلات سحب الأوراق بعد التصحيح بسبب هذا العامل (انظر: D. Fanelli *PLos Med*. **10**, e1001 563; 2013).

لذا.. يتم تفسير سَحْب الأوراق العلمية بصورة أكثر منطقية وفائدة على أنها دليل على التزام المحررين والعلماء لإزالة النتائج غير الصالحة من الأدبيات العلمية.

دانيل فانيلي مونتريال، كندا.
email@danielefanelli.com

الإسهامات

يمكن إرسال مراسلاتكم إلى correspondence@nature.com، بعد مراجعة إرشادات الكتّاب على http://bo.nature.com/cmchno

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أليخاندرو زفّاروني

(2014–1923)

رائد مجال التقنية الحيوية، الذي أحدث ثورة في أنظمة توصيل الدواء واختباره.

قضى أليخاندرو زفّاروني أكثر من ستين عامًا من عمره مُسْهِمًا في إجراء الأبحاث التي استطاع من خلالها تطوير حبوب منع الحمل، كما أسهَم في تأسيس ما يقرب من اثني عشر مشروعًا في مجال التكنولوجيا الحيوية في «سيليكون فالي» بكاليفورنيا. وقام بالتسويق لطرق مبتكرة لإدخال الدواء داخل الجسم، كاللاصقات الجلدية، والأجهزة المزروعة، والكبسولات منتظمة الإتاحة، التي تتميز بقلة الأعراض الجانبية مع زيادة الفاعلية، كما تَضْمَن الحصول على الجرعة الصحيحة من الدواء، دون اللجوء إلى جداول معقدة.

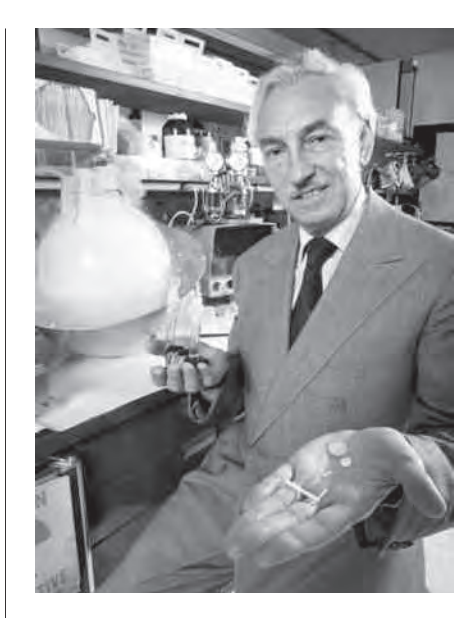
توفِّيَ زافروني في الأول من مارس الماضي عن عمر يناهز الواحد والتسعين عامًا، وكان قد وُلِدَ في مونتِفيديو في أوروجواي، حيث درس وحصل على شهادة البكالوريوس. وفي الأيام الأخيرة من الحرب العالمية الثانية استقل سفينة شحن عسكرية متجهة إلى نيويورك، حيث حصل على درجة الدكتوراة في الكيمياء الحيوية بجامعة روتشستر، ثم حصل على زمالة من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية لإجراء أبحاث ما بعد الدكتوراة. عدّل زافروني من تقنية التشرب الورقي Paper chromatography، لِيُنَقِّي مركبات الستيرويد، وهي مجموعة من المركبات الكيميائية، تشمل الكوليسترول، والهرمونات التناسلية. أدّت تلك الأبحاث إلى أول عملية تصنيع لهرمون الكورتيزون.

استكمل زفّاروني عمله في مجال الصناعة الحيوية لمركبات الستيرويد عبر الانضمام إلى شركة «سينتيكس» Syntex، وهي شركة مكسيكية صغيرة، تعمل في مجال استخراج سلائف الستيرويدات من نبات اليام؛ لإنتاج هرمونات علاجية. وأسهَم في إنماء شركة «سينتكس»؛ حتى صارت إحدى شركات الأدوية، وافتتح فرعًا لها في الولايات المتحدة في مدينة بالو ألتو بكاليفورنيا في عام 1962. ومن خلال دراسته للمراهم التي تحتوي على مركبات الستيرويد المستخدَمة في علاج الأمراض الجلدية، لاحظ تسرب كميات كبيرة من الستيرويدات إلى الدم عبر الجلد؛ فأسَّس شركة «ألزا» ALZA في عام 1968؛ للتحكم في ذلك الأثر، والاستفادة منه.

استمر زفّاروني في متابعة أعماله ـ التي تحتوي على قدر من المجازفة ـ وثابر من أجل عبور المصاعب غير المتوقعة. وعندما تم تطوير لاصقة لعلاج دوار الحركة بشركة «ألزا»، اعترض رئيس قسم التسويق عليها، بدعوى صعوبة تسويقها، إلا أن زفّاروني كان يعلم أنها ستكون نقطة انطلاق؛ وتوقَّع أنّ الدواء سيحصل على موافقة من منظمة الغذاء والدواء الأمريكية؛ مما سيفتح باب التعاون مع شركات أدوية أكبر.

ثم استمرت شركة «ألزا» في تطوير لاصقات جلدية تساعد على الإقلاع عن التدخين، وتساعد في حالات أخرى، مثل علاج الآلام، وارتفاع ضغط الدم. كما قامت بتطوير مانع حمل رَحِميّ، بالإضافة إلى تطوير فيلم مصنوع من البوليمر؛ يوصِّل دواء الجلوكوما إلى الهدف، دون إحداث تغيُّم في الرؤية؛ وكبسولات للبلع تُطْلِق الدواء على مدار ساعات عديدة. اشترت شركة «جونسون آند جونسون» العملاقة شركة «ألزا» بقيمة 12.3 مليار دولار في عام 2001.

إنّ بُعْد نظر زفّاروني ـ الذي دفعه إلى ترك شركة «سينتيكس»، وإطلاق شركة «ألزا» ـ أوجَد نموذجًا يُحتذى



به لشركاته الأخرى. فهو يفصح عن تحدٍّ ما كخطوة أولى في مناقشات مع علماء صناعيين وأكاديميين، ثم يقوم بعد ذلك بتقييم التقنيات الراهنة بأسلوب منهجي، وتقدير حجم المنافسة، والعامل البشري وتأثيره المحتمل. وعندما يصبح مستعدًّا لافتتاح شركة، كان يبحث عن أفضل المستشارين والمواهب العلمية الفذة التي تستطيع ترجمة الاكتشافات الأولية إلى تطبيقات.

لم يَعْتَدْ زفّاروني على الإشراف على الفِرَق العلمية عن قرب، فقد كان يدعم الناس؛ ليحققوا أشياء رائعة. فقد حرص على أن تكون المباني مصمَّمة بشكل يضمن تفاعل التخصصات المتعددة مع بعضها البعض، كما حرص أيضًا على أن تكون ألوان الأثاث والأعمال الفنية باعثة على الإبداع. وكان هناك أكثر من أربعين عاملًا بالشركة عملوا كمديرين تنفيذيين لشركات أخرى.

أرجَع زفّاروني ـ الأخ الأصغر لخمسة أبناء ـ الفضلَ إلى أمِّه ـ التي كانت تعمل كمدرسة ـ في تكوين موهبته الإبداعية، وقدرته على الدمج بين المجالات المختلفة. وأرجع الفضل في ذكائه في مجال الأعمال، وقدرته على اختيار الأشخاص الجيدين والوثوق بهم والعمل على إشعال روح الحماسة بهم، إلى والده الذي كان يعمل مصرفيًّا. فالأشخاص الذين استعان بهم كانوا يرافقونه في مهام، لم يخطر ببالهم أبدًا أنهم سيقومون بها. وفي عام 1970، أحضرتني مكالمة هاتفية من زفّاروني من مختبري، الذي كان موجودًا في ما كان يُعرف وقتها بـ«مؤسسة ووركستر للأحياء التجريبية» في شروزبري بماساتشوستس، إلى بالو ألتو. كنت وقتها لا أعلم شيئًا عن صناعة الدواء، ولم أكن واثقًا من الوظيفة التي كان يعرضها عليّ، لكن شغفه وإخلاصه ألهماني ترك عملي في مجال الأبحاث لإحدى الشركات الدوائية. ومثل آخرين.. «إذا كان الدكتور زفّاروني هو من يقود العمل؛ فسوف أعمل تحت قيادته» وقد فعلتُ، دون أي ندم.

في عام 1980، أسَّس زفّاروني معهد DNAX لأبحاث الأحياء الجزيئية والخلوية في بالو ألتو بالتعاون مع ثلاثة علماء مشهورين (منهم اثنان حصلا على جائزة نوبل) من جامعة ستانفورد بكاليفورنيا، وذلك لتطبيق الأحياء الجزيئية والخلوية في الطب. ساعدت تلك الأبحاث العظيمة في مجال علم المناعة على اكتشاف العديد من البروتينات التي تستخدمها خلايا الدم البيضاء في إرسال الإشارات. وقامت شركة «شيرينج بلاو» Schering-Plough الدوائية بشراء معهد DNAX في عام 1982 بقيمة 29 مليون دولار، حيث قيل وقتها إنه تم دفع مليون دولار مقابل كل موظف يحمل درجة الدكتوراة.

مع بلوغه منتصف الستينات من العمر، حوّل زفّاروني اهتمامه إلى زيادة كفاءة عملية اكتشاف الدواء، وأسَّس شركة «أفيماكس» Affymax في عام 1988. استعارت تلك المؤسسةُ التقنيةَ المستخدمة في صناعة رقائق الحاسب الآلي؛ لإنتاج رقائق حيوية دقيقة تقوم بتصنيع عديد من الأدوية المحتملة، واختبارها سريعًا على البروتينات التي تستهدفها تلك الأدوية. كان هذا ـ على الأرجح ـ أول بحث صناعي حيوي كيميائي، وأصبحت هذه التقنية ـ الكيمياء التوافقية ـ في الوقت الحالي أحد مكونات برامج اكتشاف الدواء الكبيرة.

دفعَت التقنية المستخدمة في تصنيع الرقائق بشركة «أفيماكس» زفّاروني إلى إنشاء شركة جديدة، «أفيمتريكس» Affymetrix، وذلك في عام 1991. وكانت أول شركة تقوم بتطوير رقائق الحمض النووي الدقيقة التي تتيح إجراء تحليل سريع للطفرات والنشاط الجيني؛ مما أتاح ظهور دراسات جماعية موسعّة في مجال الجينوم، وهي تُستخدم حاليًّا على نطاق واسع لاكتشاف الاختلافات الجينية. ونَتَجَ عن الاكتشافات اللاحقة سلسلة من الشركات، شملت شركة «فيرديا» Verdia، و«أفيديا» Avidia، و«كوديكسيس» Codexis، و«سايميكس» Symyx. عملت شركة «مايكسجين» Mayxgen ـ على سبيل المثال ـ على تعديل الحمض النووي؛ لتحسين الأدوية البروتينية بشكل متكرر.

كانت شركة «أليجزا» Alexza هي آخر شركة أسسها زفّاروني، وذلك في عام 2000. وقد استوحى فكرة عملها مما اعتبره من أكثر أنظمة توصيل الدواء كفاءة: السيجارة. فمع ملاحظة الأثر السريع للنيكوتين المُستَنشَق، سعى زفّاروني إلى تطبيق ذلك على أدوية أخرى. وتمت الموافقة على أول منتَج لشركة «أليجزا» يُستخدم عن طريق الاستنشاق لعلاج الهياج الحاد لدى البالغين المصابين بالفصام، أو الاضطراب ثنائي القطب، في العام الماضي.

وكما تشكلت على يده الصناعة، نمت شركات زفّاروني، لكنه ظل رائدًا شهيرًا، لم ينل ما يستحقه من تقدير، بالإضافة إلى تأثيره في مجال التكنولوجيا الحيوية الذي لا حصر له. ■

جين إي. شو رئيس مجلس إدارة شركة «إنتل» سابقًا. كانت موظفة بشركة «ألزا» ALZA بين عامي 1970 و1994، وعملت كرئيس ومدير العمليات فيها بين عامي 1989 و1994.
البريد الإلكتروني: janeeshaw@comcast.net

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم المناخ

مستويات سطـح البحـر من أصـداف بحـرية قديمـة

تركيب نظائر الأكسجين في مياه البحر يرتبط بتغيُّرات المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر. ولطالما استُخدِمَت الحفريات الدقيقة الحاملة لإشارات نظائر الأكسجين؛ لتمديد سجلات مستوى سطح البحر لـ5 ملايين سنة مضت.

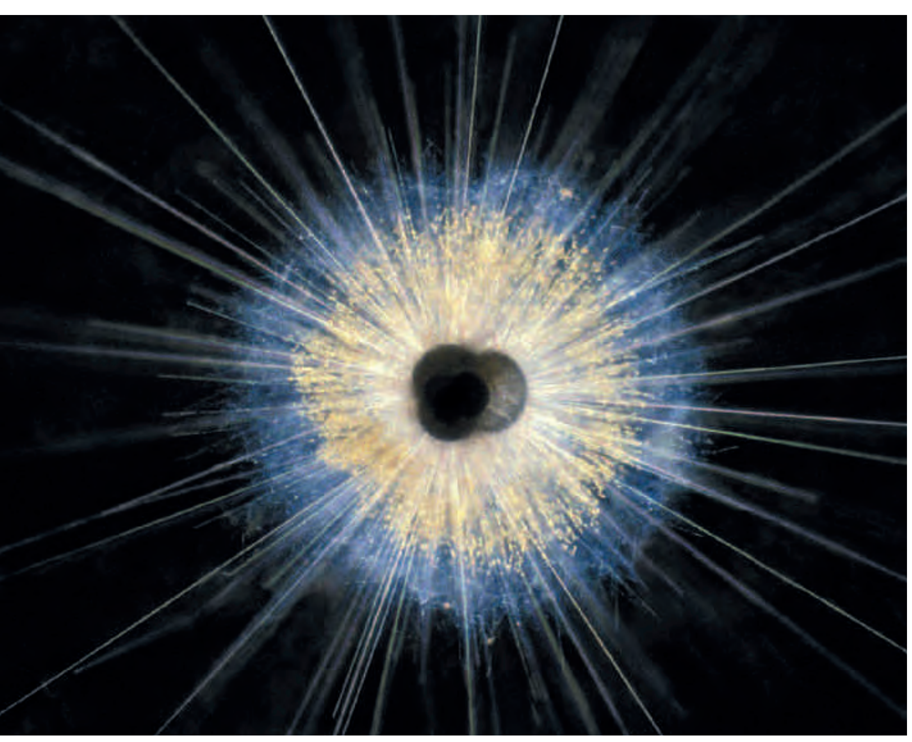
رالف شنايدر

في عدد الرابع والعشرين من شهر إبريل الماضي من دوريّة *Nature*، قدَّم رولنج وزملاؤه[1] طريقة مُقْنِعة لحساب تقلبات مستوى سطح البحر على مدى الخمسة ملايين سنة الماضية. تعتمد طريقتهم على الاختلافات في تركيب نظير الأكسجين لأصدافٍ كوّنتها كائنات حية وحيدة الخلية تُدعَى المنخربات الهائمة *Planktonic Foraminifera* (شكل 1). بهذه الطريقة، وفَّر الباحثون معلومات ضرورية، من شأنها أن تساعد على التنبؤ بمعدلات ارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل حال ذوبان القلنسوات الجليدية على جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية، كليًّا أو جزئيًّا، استجابةً لظاهرة الاحتباس الحراري.

الحالات الأكثر حداثة من نمو الأغطية الجليدية وذوبانها، التي ولَّدت تباينًا في مستوى سطح البحر يبلغ عدة أمتار، استغرقت وقتًا أطول من مئات السنين، مما يجعل تحديد آثارها مباشرة من السجلات التاريخية مستحيلًا. ولاستنتاج كيفية تأثير نمو الأغطية الجليدية القارية وذوبانها على مستوى سطح البحر، يجب - على الأقل - النظر إلى الخمسة ملايين سنة الماضية. خلال هذا الوقت، كانت هناك خمس فترات، ارتفع خلالها منسوب سطح البحر حتى وصل إلى 100 متر أو أكثر، تبعًا لنهايات الفترات الجليدية الأخيرة (فترات زمنية في العصر الجليدي الجاري، تتوافق، عامةً، مع درجات حرارة أبرد، ومع تقدم الأنهار الجليدية).

ومع ذلك.. يمكننا أن نجادل بأن هذه النهايات لا تصف بدقة ما يمكن أن يحدث خلال ذوبان تام للقلنسوة الجليدية في جرينلاند وأجزاء من الغطاء الجليدي غرب القارة القطبية الجنوبية. لذا.. الأكثر ملاءمة هو النظر في أزمنة مضت، كان فيها تجلد نصف الكرة الشمالي لا يزال يافعًا – أي عندما هيمنت القلنسوات الجليدية القارِّيّة الصغيرة اليافعة على تقلبات منسوب سطح البحر لأزمنة تراوحت من عشرات إلى مئات الآلاف من السنين (تلك المرتبطة بالتباين في مدار الأرض، الذي يهيمن على توقيت الدورات الجليدية وبين الجليدية، وعلى التغيرات في مستوى سطح البحر). إذن، كيف يمكن تحقيق ذلك؟ أصداف المنخربات تقدِّم حلًّا مُحتملًا، باعتبارها مكوّنة من كربونات الكالسيوم، فهي تحمل سجل تركيب نظائر لأكسجين مياه البحر المحيطة بها أثناء عُمرها.

ومنذ العمل الرائد[2] للجيولوجي تشيزاري إميلياني في خمسينات القرن الماضي، صار مقبولًا عامّةً أن الاختلافات الدورية في نسب أكسجين-18 إلى أكسجين-16 ($^{18}O/^{16}O$) في المنخربات المحفوظة برواسب أعماق البحار تتبع نسقًا عالميًّا مميزًا لتغير مناخي مدفوع مداريًّا في آخر حقبة البليستوسين (نحو 700000 إلى 11700 سنة مضت). وكلٌّ من درجات الحرارة الباردة وأحجام الجليد الكبيرة نتج عنهما نسب $^{18}O/^{16}O$ عالية، في حين كان لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض أحجام الجليد تأثير معاكس. إذن، إذا أمكن فصل تأثير درجة الحرارة عن سجل النظائر هذا، فإن الإشارة المتبقية تمثل التغيرات النسبية في حجم الجليد القارِّي. وإذا أمكن بعد ذلك تكبير هذه الإشارة إلى رحابة ارتفاع مستوى سطح البحر بين الفترات الجليدية وبين الجليدية



HOWARD J. SPERO, UC DAVIS

الشكل 1 | المُسجِّلات النظائرية. المنخربات الهائمة، مثل *Globigerinoides ruber* (في الصورة)، هي كائنات وحيدة الخلية تعيش قرب سطح البحر. استخدم رولنج وزملاؤه[1] بيانات نظائر الأكسجين من الحفريات الدقيقة للمنخربات بالبحر المتوسط؛ لاستنتاج المستويات العالمية لسطح البحر خلال الـ 5.3 مليون سنة الماضية.

(كما جرى لحقبة ما بعد العصر الجليدي الأخير عن طريق ربط ارتفاعات مستوى سطح البحر بتركيب نظير الأكسجين في عينات جوفية مأخوذة من مصاطب مرجانية[3])، فإنه يمكن حساب التقلبات في المستوى العالمي لسطح البحر مع مرور الوقت، طالما وفّرت رواسب المحيطات سجلات $^{18}O/^{16}O$ متصلة وغير مضطربة.

وبالعودة إلى الماضي الأبعد من ذلك، نجد أن سجلًّا[4] عمره خمسة ملايين سنة مُركبًا من نسب $^{18}O/^{16}O$ في المنخربات التي عاشت في رواسب أعماق البحار، كان يُعَدّ - حتى الآن - أفضل تأريخ لحجم الغطاء الجليدي عندما تحولت الأرض من مناخ دافئ ساخن (منذ نحو 55 مليون سنة) إلى ظروف ثلجية أبرد (منذ نحو 2.6 مليون سنة). ومع ذلك.. ثمة مشكلتان بهذا السجل. الأولى: أن نسب درجات الحرارة وآثار حجم الجليد فيه غير واضحة، لأن درجات حرارة أعماق المحيطات ربما تكون قد تغيرت بشكل كبير خلال هذه الفترة الطويلة من التحول المناخي. الثانية: أنه من الصعب تكبير تباين نظائر الأكسجين بأعماق البحار عند المقاييس الزمنية المدارية، إلى تقديرات قوية (بما في ذلك هوامش الخطأ) لرحابة ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه على مدار الخمسة ملايين سنة الماضية.

تغلَّب رولنج وزملاؤه على هذه المشكلات عن طريق تحويل نسب $^{18}O/^{16}O$ في المنخربات الهائمة المتحجرة، التي انتشرت في المياه السطحية بشرق البحر المتوسط، مباشرة إلى اختلافات في مستوى سطح البحر، وهو نهج سبق أن طوّرته دراسة[5] عن البحر الأحمر، لا تتطلب فصل آثار درجة الحرارة وحجم الجليد ابتداءً. تعتمد تلك الطريقة على نموذج هيدروليكي لتبادل المياه عبر مضيق جبل طارق، الذي يربط شمال المحيط الأطلسي بالمتوسط. وآليّة التبادل هذه لا تهيمن فقط على توازن التبخُّر وتجديد المياه في المتوسط، بل تؤثر أيضًا بقوة على نسب نظائر الأكسجين بمياه البحر المسجَلة في المنخربات الهائمة.

وعلى افتراض أنه لم تكن هناك حركات تكتونية كبرى في مضيق جبل طارق خلال الخمسة ملايين سنة الماضية لتؤثر على عمقه وعرضه، فإن إشارة نظائر الأكسجين من هذه المنخربات تمثل ـ ببساطة ـ دالة في الاختلافات العالمية لمستوى سطح البحر نسبة إلى الحالة الهيدروليكية المعاصرة الخاصة بالبحر المتوسط. وجد الباحثون أن تقديرات مستويات البحر القديمة، نسبة إلى مستوياتها الحديثة المحسوبة باستخدام طريقتهم، تشبه كميًّا تلك التي تم الحصول عليها باستخدام أساليب أخرى، إلا أن لديها إحصاءات محددة الخطأ على نحو أفضل بكثير. وتباعًا، فإنهم يؤكدون أن مستوى سطح البحر كان أعلى بقرابة 10 – 30 مترًا في الفترة الدافئة التي سبقت العصر الجليدي الحالي، مما كان عليه عندما توسعت الأغطية الجليدية في وقتٍ لاحق.

يُقِرّ رولنج وزملاؤه بأن طريقتهم يشوبها عديد من أوجه القصور، مما يتطلب مزيدًا من الدراسة والتجويد. فثمة عدم توافق واضح موجود بين نتائجهم ونتائج النماذج الهيدروليكية التي تم تطبيقها على البحر الأحمر[5]، وخاصة لفترات مقابلة لأقصى حجم من الجليد إبان نهاية ثلاث من الفترات الجليدية الأربع الأخيرة. قد يكون هذا بسبب أن نموذج الباحثين لتحويل بيانات نظائر أكسجين الهوائم لمستويات سطح البحر ربما لم يشتمل بشكل كامل على مدخلات المياه العذبة من الأنهار، أو التشويشات في إشارة نظائر الأكسجين لهطْل الأمطار والأنهار على مر الزمن. ومع ذلك.. فإن التشابه الكبير بين نتائج رولنج وزملائه مع دراستين مستقلتين استخدمتا بيانات من البحر الأحمر[5] وجنوب غرب المحيط الهادئ6 للتنبؤ بمستويات سطح البحر خلال نصف مليون إلى مليون ونصف سنة مضت - على التوالي - تشير بقوة إلى أن استنتاجاتهم لفترات قديمة صحيحة.

وكما هو متوقَّع لأي نهج جديد، تركت النتائج عديدًا من الأسئلة المفتوحة. فاستنتاج أن أول انخفاض كبير في مستوى سطح البحر قد وقع بعد أكثر من نصف مليون سنة على بداية برودة عالمية كبيرة منذ 2.75 مليون سنة، يتحدى الفرضيات الشائعة (ومن بينها فرضيّتا[7]) المستدَلّ عليها من السجل[4] المركب لنسب $^{18}O/^{16}O$ بالمنخربات التي عاشت في رواسب أعماق البحار. غير أنه لقي الكثير من الدعم من دراسات أخرى عن الاتجاهات المناخية الإقليمية القديمة للفترة المقتربة من العصر الجليدي في حقبة البليستوسين (نحو 2.6 مليون سنة إلى 11700 سنة مضت؛ انظر جدول البيانات رقم 2 المطول بالبحث[1]).

استنتج رولنج وزملاؤه أيضًا أن حجم الجليد خلال الحد الجليدي الأقصى الأخير ـ ذروة العصر الجليدي الأخير ـ كان أكبر مما كان خلال فترات جليدية سابقة. وهذا يتناقض مع الدليل القاري لتمدد الأغطية الجليدية في أمريكا الشمالية وأوراسيا[8]، ولكن إذا كان هذا صحيحًا، فسيكون بمنزلة مؤشر بالغ الأهمية لتحسين نمذجة أحجام الأغطية الجليدية وارتفاعاتها. وأخيرًا، يجب أن تؤدي نتائج الباحثين كذلك إلى تحسين التنبؤات بمصير القلنسوات الجليدية الموجودة في ظل الاحتباس الحراري. ■

رالف شنايدر يعمل بمعهد العلوم الجيولوجية، جامعة كيل، 24118 كيل، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: schneider@gpi.uni-kiel.de

1. Rohling, E. J. *et al. Nature* **508,** 477–482 (2014).
2. Emiliani, C. *Science* **125,** 383–387 (1957).
3. Fairbanks, R. G. *Nature* **342,** 637–642 (1989).
4. Lisiecki, L. E. & Raymo, M. E. *Paleoceanography* **20,** PA1003 (2005).
5. Sidall, M. *et al. Nature* **423,** 853–858 (2003).
6. Elderfield, H. *et al. Science* **337,** 704–709 (2012).
7. Etourneau, J., Schneider, R., Blanz, T. & Martinez, P. *Earth Planet. Sci. Lett.* **297,** 103–110 (2010).
8. Svendsen, J. I. *et al. Quat. Sci. Rev.* **23,** 1229–1271 (2004).

الأيض

استهداف أحـد جينـات تراكُـم الدهـون

تم الكشف عن ازدياد كمية إنزيم يربط بين مركزَين أيضيَّين في الخلايا الدهنية في الفئران السمينة. ولُوحِظ أنّ تثبيط الجين المرمِّز لهذا الإنزيم يحمي الفئران من السمنة الناجمة عن النظام الغذائي.

تشارلز برينر

في العقود الأخيرة، غيّرت زيادةُ توافر الغذاء الأنظمة الغذائية للكثير من الناس تغييرًا جذريًّا. ففي كل عام، بلايين الأطنان من الحبوب إمّا تُطْعَمُ للماشية، أو تُحوَّل إلى مكونات للأطعمة. واستهلاك البشر لمنتجات اللحوم والدهون والكربوهيدرات المُصنَّعة، الذي يرافقه انخفاض في تخلصهم من الطاقة، ولَّد حِملًا غذائيًّا زائدًا أدَّى إلى زيادة السمنة و الإصابة بالأمراض الناتجة عن ذلك في جميع أنحاء العالم. في عدد الأسبوع الثاني من شهر إبريل من دوريّة *Nature*، حدَّد كراوس وزملاؤه[1] الجين NNMT، الذي يُرمِّز لإنزيم نيكوتيناميد إن- ناقل الميثيل NNMT (Nicotinamide N-Methyltransferase)، وهو جين يزداد نشاطه مع ازدياد الحِمل الغذائي، وقد وجد المؤلفون أن الجين NNMT مطلوب لتراكم الدهون.

إنّ تخزين الدهون أمر ضروري لنمو الحيوان والبقاء على قيد الحياة، خصوصًا في الفترات التي تشحُّ فيها المغذيات الكُبرى (البروتين والدهون والكربوهيدرات)، وهو الأمر الذي قاد تقريبًا خمسمئة مليون سنة من تطور الحيوان[2]، إذ يسمح نظام الإنسولين للحيوانات بتحويل الكربوهيدرات الزائدة إلى دهون - العنصر الأغنى بالطاقة في كتلة جسم الحيوان - ويحدث ذلك جزئيًّا عبر إصدار تعليمات إلى الأنسجة الدهنية لامتصاص الجلوكوز من مجرى الدم.

والقدرة على زيادة كتلة الجسم بالاعتماد على نظام غذائي عالي الدهون هي الصفة التي زادت من فرص بقاء الحيوان عبر مراحل التطور. فقط في ظروف الإفراط المُزمِن في التغذية نجد أن قدرتنا على تحويل السكر إلى دهون، وتخزين الدهون الزائدة، تجعلنا عرضة للمرض، بدلًا من تمكيننا من مقاومة الجوع.

عندما يُحذَف الجين GLUT4، الذي يُرمِّز للبروتين الناقل للجلوكوز الحسّاس للإنسولين، من الخلايا الدهنية لفأر، نجد أن الحيوان يُطوِّر مقاومة للإنسولين في عدة أنسجة، ولا يتمكن من امتصاص الجلوكوز من الدم بفعالية[3]. ولما كان الإنسولين يُحفِّز نشاط البروتين GLUT4، ولما كان GLUT4 ضروريًّا كذلك لحساسية الإنسولين، فإن تغيير دائرة تغذية " GLUT4 الإنسولين" سيكون ذا تأثيرات قوية على عملية الأيض، ويمكن أن يؤدي إلى داء السكري. ومن ثم، يمكن لمكونات دائرة التغذية أن تكون أهدافًا لتطوير عقاقير للتخفيف من آثار الإفراط في التغذية على صحة الإنسان.

وتستخدم الفئران التي تفتقر إلى البروتين GLUT4 كنموذج للبشر المعرَّضين لداء السكري، والفئران التي تُعبِّر عنه بالتخزين المفرط للدهون كنموذج للبشر المقاومين له[4]. ولتحديد الجزيئات المشاركة في حدوث داء السكري، استخدم كراوس وزملاؤه هذه الحيوانات للعثور على الجينات المُعبَّر عنها أكثر ما يكون عندما يُحذف GLUT4، والمُثبَّطة عند الإنتاج المُفرِط لـ GLUT4. وكان الجين NNMT هو الجين الأكثر ارتباطًا بشكل عكسي. في الواقع، بيَّنت النتائج[5] أن الإنتاج المفرط لـ NNMT مرتبط بمؤشر كتلة الجسم في مجموعة من الأفراد المعرَّضين للإصابة بداء السكري.

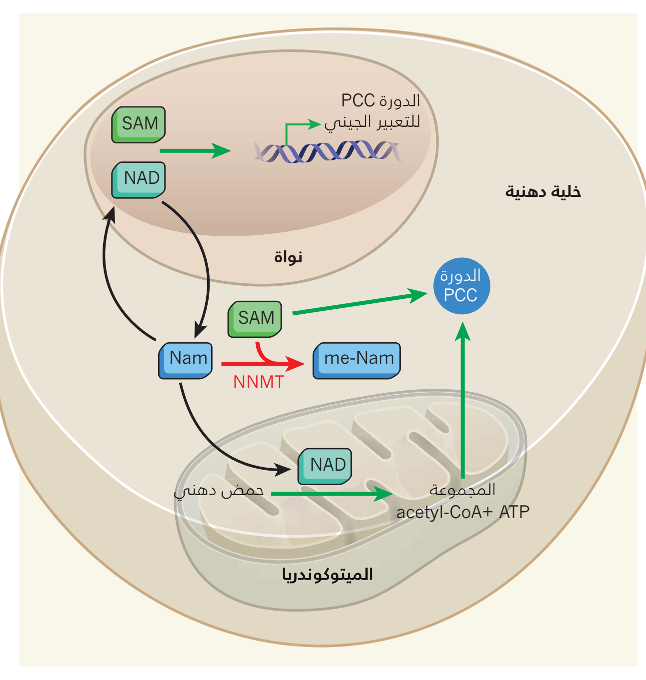
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ورغم أنه ليس غريبًا أن يكون التعبير عن الجين NNMT نتيجة للإفراط في التغذية المزمن، عوضًا عن أن يكون هو المُتسبِّب في زيادة الوزن، إلّا أن كراوس وزملاءه وجدوا أن التعبير عن NNMT في الأنسجة الدهنية يرتبط، ليس فقط مع نسبة الدهون في 20 سلالة من الفئران، ولكن أيضًا مع الحساسية الناجمة عن النظام الغذائي والسمنة في 25 سلالة أخرى. وهذه النتائج تؤهل NNMT ليكون الوسيط المحتمل لزيادة الوزن.

طوَّر كراوس وزملاؤه عقارًا لمنع التعبير عن الجين NNMT في سلالة من الفئران مُعرَّضة لزيادة الوزن عندما توضع على نظام غذائي عالي الدهون. وقد خفَّض هذا العقار التعبير عن NNMT في الأنسجة الدهنية وفي الكبد، ولكن ليس في أي موضع آخر بالجسم. ومن المدهش أن الباحثين وجدوا أن الفئران المُعالَجة أصبحت مُقاوِمة للسمنة المفرطة الناتجة عن النظام الغذائي، إلاّ أنه من المهم أن نلاحظ أن الأيض في الفئران أسرع بكثير منه في البشر، وأن التجربة كانت ذات طبيعة وقائية: فقد مَكَّن العلاجُ الفئرانَ الهزيلة من مقاومة زيادة الوزن والحفاظ على حساسية الإنسولين عند وضعها على نظام غذائي عالي الدهون، لكن لم تُفحَص الفئران التي تعاني من السمنة المفرطة لمدى فقدان الدهون باستخدام هذا العلاج.

إذَن، ما الذي يقوم به الإنزيم NNMT، وكيف يؤدي تثبيطه إلى خفض تخزين الدهون الغذائية في الأنسجة الدهنية؟ لاحظ كراوس وزملاؤه أن الفئران المعالَجة بالعقار، والموضوعة على نظام غذائي عالي الدهون، عند مقارنتها بنظيرتها في مجموعة المقارنة، لم تأكل كميات أقل، أو تتحرك أكثر، أو تنتج المزيد من الحرارة، أو تفرز المزيد من الدهون. وبدلًا من ذلك.. زاد استهلاك هذه الحيوانات للأكسجين، مما يقترح زيادة مستويات أكسدة الدهون (العملية التي من خلالها تُحوَّل الدهون إلى طاقة)، وأنها أظهرت نشاطًا زائدًا في المسارات التي تُضعِف من قدرة الخلايا الدهنية على تخزين الدهون.

يُشارِك الإنزيم NNMT في تنظيم العامل المساعد نيكوتيناميد الأدينين ثنائي النيوكليوتيد NAD (Nicotinamide Adenine Dinucleotide)، وهو جزيء ضروري في التفاعلات التي تحول المغذيات الكبرى إلى طاقة، ويعمل أيضًا كركيزة مُستهلَكة للإنزيمات التي تؤدي عدة وظائف تنظيمية[6]. فاستهلاك العامل NAD يؤدي إلى إنتاج النيكوتيناميد، وهو الجزيء السابق لإنتاج NAD؛ وهذا يولّد الطلب على إعادة تخليق النيكوتيناميد إلى NAD، وهي العملية التي يُطلَق عليها اسم الإنقاذ، فيقوم NNMT بإضافة مجموعة الميثل إلى النيكوتيناميد؛ مما يمنع حدوث الإنقاذ[7]. وتأتي مجموعة الميثل من عامل مساعد آخر، وهو إس-أدينوزين ميثيونين SAM (S-Adenosine Methionine)، والذي يشارك أيضًا في عمليات مختلفة لتنظيم الجينات والتمثيل الغذائي[8]. وقد وجد الباحثون أن التعبير عن الجين NNMT يميل إلى خفض مستويات العاملَين NAD وSAM في الدهون، مما يبين أن محاور العمليات التي تعتمد على أحد العاملين المساعدين أو كليهما تُعدَّل وظيفيًّا من قِبَل NNMT في الخلايا الدهنية (الشكل 1).



الشكل 1 | تسريع أيض الخلية الدهنية. ذكر كراوس وزملاؤه[1] أن الإنزيم نيكوتيناميد إن- ناقل الميثيل (الإنزيم NNMT) تزداد كميته حين تزيد مستويات الدهون، وأن تثبيط الإنزيم يحول دون السمنة المفرطة الناجمة عن النظام الغذائي في الفئران. يقوم جزيئان مساعدان بالتوسط في إحداث هذه التأثيرات: نيكوتيناميد الأدينين ثنائي النيوكليوتيد (العامل المساعد NAD)، وإس-أدينوزين ميثيونين (العامل المساعد SAM). يؤدي استهلاك NAD بواسطة الإنزيمات إلى إنتاج النيكوتيناميد (Nam)، الذي قد يؤدي بدوره إلى إعادة تخليق العامل NAD (الإنقاذ). ويضيف الإنزيم NNMT مجموعة الميثل من العامل المساعد SAM إلى النيكوتيناميد (فيشكل العامل me-Nam)، الذي يمنع إنقاذ العامل NAD. ومن ثم، فإن تثبيط الإنزيم NNMT يرفع مستويات العاملَين NAD وSAM، مما يؤدي إلى زيادة التعبير الجيني في النواة وزياد النشاط السيتوبلازمي لدوائر التغذية القائمة على دورة الهدم الأيضي متعدد الأمينات المعتمدة على العامل SAM (PCC -polyamine catabolic cycle). ويتطلب تفعيل الدورة PCC عملية أكسدة الحمض الدهني المعتمد على العامل NAD والإنتاج اللاحق لذلك من جزيئات أسيتيل كو أيه (acetyl-CoA) وATP في العُضَيّة الخلوية الميتوكوندريا. والمسارات المُفعَّلة من قبل تراكم الدهون تظهر باللون الأحمر في الرسم. وتلك المُفعّلة من خلال تثبيط الإنزيم NNMT تظهر باللون الأخضر.

ورغم أن عمليات مَيْثَلَة (إضافة مجموعة الميثل) النيكوتيناميد تَحدُث بوفرة في حالات السمنة المفرطة وترتبط بالتعبير عن الجين NNMT، إلاّ أنه لا يبدو أنها تعمل على تعزيز الوزن وزيادته في حد ذاتها. في الواقع، وجد كراوس وزملاؤه أن في الجرعات العالية تُثبِّط مَيْثَلَة النيكوتيناميد الإنزيم NNMT، عبر عمليات مماثلة لتلك التي يقوم بها العقار المُستهدِف لـNNMT. وقد أظهر الباحثون أن تغيرات الأيض في الفئران المُعالَجة بالعقار نشأت من تثبيط NNMT عبر تعزيز التعبير الجيني والأنشطة الإنزيمية المُعتَمِدة على العاملَين NAD و SAM. وذلك لأنه، عن طريق تثبيط NNMT، يكون هناك المزيد من إنقاذ النيكوتيناميد لـNAD، والحفاظ على مستويات العامل SAM. يُنظِّم كلا العاملين حالة الهستونات ـ بروتينات في النواة مسؤولة عن تعبئة وتغليف الكروموسومات وضبط التعبير الجيني ـ وهذا قد يفسر التغييرات في التعبير الجيني التي لاحظها المؤلفون في حالة الفئران المعالجة بالعقار.

في حالة الإنزيم NNMT المُثبَّط في الفأر، تمت أكسدة المزيد من الدهون، وتخزين قدر أقل منها. يؤدي العامل NAD دورين محتملين في هذه العملية. أولًا، أن وجوده ضروري لأكسدة الأحماض الدهنية (التي تحدث في عُضيَّة توليد الطاقة، الميتوكوندريا). ففي الأنسجة الدهنية، قد يؤخر سوء إنقاذ NAD هذه العملية بشكل مباشر، مما يجعل المزيد من الدهون متوافرًا للتخزين. ثانيًا، تتم أكسدة الأحماض الدهنية عبر جزيء وسيط، الأسيتيل كو إيه، وتؤدي ظروف التغذية الزائدة إلى تراكم هذا الجزيء الوسيط، بما يؤدي إلى تثبيط إنزيمات الميتوكوندريا، نظرًا إلى نقل مجموعات الأسيستل من الأسيتيل كو إيه إلى الإنزيمات[2]. ورغم أن هذه التعديلات تجعل الميتوكوندريا بطيئة في عملها، إلا أن البعض جادل[2] بأن القدرة على تحقيق أقصى قدر من زيادة الوزن في فترات من الإفراط في التغذية هي سمة مُنْتَخَبة عبر التاريخ التطوري للحيوانات. ولما كانت إزالة مجموعات الأسيتيل في الميتوكوندريا تعتمد على العامل NAD، فإن تثبيط NNMT قد يُعيد تفعيل أنشطة إنزيمات الميتوكوندريا من خلال زيادة عمليات إزالة الأسيتيل Deacetylation، ومن ثم تحسين استهلاك الأكسجين.

وعلى الرغم من أن الآثار المُعتمِدة على العامل NAD من جراء تثبيط الإنزيم NNMT في الميتوكوندريا لا تزال مجهولة إلى حد كبير، إلا أن كراوس وزملاءه بيّنوا أنه في السيتوبلازم، تسارعت دورة الهدم الأيضي متعدد الأمينات PCC (Polyamine Catabolic Cycle)، التي تعتمد على SAM، بسبب تثبيط NNMT. وهذه الدورة تدفع إلى استهلاك الأكسجين، لأنها تستهلك الأسيتيل كو إيه acetyl-CoA والنيوكليوتيد ثلاثي فوسفات الأدينوزين ATP، ولذا.. تصبح الميتوكوردريا مُطالَبَة بأكسدة الوقود؛ لإنتاج المزيد من هذه الجزيئات[9،10]. لم يكن مُرجحًا أن يتم تحديد المُنشِّط المُحتَمل لدائرة التغذية باستخدام الوسائل التقليدية، لكن يبدو أن تثبيط NNMT قام بالمطلوب.

إنّ إسـهام العمليات المُعتمِـدة على NAD وSAM في عملية الأيض للخلايا الدهنية يتطلب مزيدًا من الأبحاث الكمية. ولا شك أن الإنزيم NNMT، الذي لا تزداد كميته في حالات السمنة المفرطة فحسب بل يُعتبَر ضروريًّا لزيادة الوزن، سيتم اختباره كهدف لانقاص الوزن. ■

تشارلز برينر يعمل في قسم الكيمياء الحيوية، في مبادرة أبحاث السمنة، جامعة أيوا، مدينة أيوا، أيوا 52242، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: charles-brenner@uiowa.edu

1. Kraus, D. *et al. Nature* **508,** 258–262 (2014).
2. Ghanta, S., Grossmann, R. E. & Brenner, C. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* **48,** 561–574 (2013).
3. Abel, E. D. *et al. Nature* **409,** 729–733 (2001).
4. Yang, Q. *et al. Nature* **436,** 356–362 (2005).
5. Lee, Y. H. *et al. Diabetologia* **48,** 1776–1783 (2005).
6. Bogan, K. L. & Brenner, C. *Annu. Rev. Nutr.* **28,** 115–130 (2008).
7. Aksoy, S., Szumlanski, C. L. & Weinshilboum, R. M. *J. Biol. Chem.* **269,** 14835–14840 (1994).
8. Lu, S. C. *Int. J. Biochem. Cell Biol.* **32,** 391–395 (2000).
9. Jell, J. *et al. J. Biol. Chem.* **282,** 8404–8413 (2007).
10. Pirinen, E. *et al. Mol. Cell. Biol.* **27,** 4953–4967 (2007).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الكهرباء الحرارية

البطة الصغيرة العرجاء

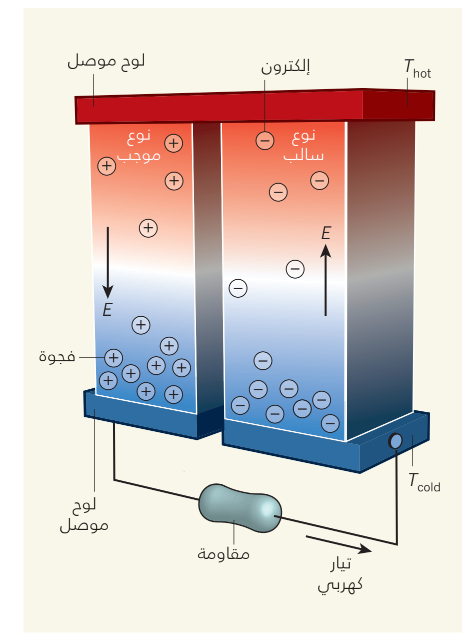
تبيّن أن بلورات أحادية من سلينيد القصدير لديها المقدرة على إنتاج أعلى قدرة كهروحرارية من أي مادة سائبة أخرى، وذلك على امتداد اتجاه بلوري واحد من طور درجة الحرارة المرتفعة الخاصة به.

جوزيف بي. هيريمانز

ما يزيد عن 90% من الطاقة التي نستخدمها تأتي من العمليات الحرارية[1]، التي تُنتج الجزء الأكبر من الكهرباء التي تُولِّدها محطات توليد الطاقة، فضلًا عن تشغيل الطائرات وأغلب السيارات. وُجدت المحركات الحرارية منذ أوائل القرن الثامن عشر، وهي التي قادت الثورة الصناعية وأدت إلى ميلاد علم الديناميكا الحرارية. تم اكتشاف علم الكهرباء الحرارية بعد ذلك بحوالي قرن[2]، وهو يستند إلى نفس مبادئ الديناميكا الحرارية التي تعتمد عليها المحركات الحرارية، باستثناء حقيقة أن مولدات الطاقة الكهروحرارية تستخدم الإلكترونات عوضًا عن البخار أو الهواء باعتباره مائع التشغيل. والشاهد على أهمية تلك المجالات هو حقيقة أن التقدم في العلوم الحرارية لا يتوانى: ويتضمن ذلك دراسة شاو وزملائه[3] في العدد الصادر في 17 إبريل الماضي من دوريّة *Nature*، الطبعة الإنجليزية.

يقول القانون الثاني للديناميكا الحرارية إنه من أجل نقل شغل، فعلى المحركات الحرارية أن تعمل بين مصدر حراري عند درجة حرارة ساخنة (T_{hot})، ومصب حراري عند درجة حرارة أكثر برودة (T_{cold}). وكفاءة دورة كارنو (η_{max} = Tcold / Thot) -1 هي الحد الأقصى لكفاءة (η) المحرك الحراري، حيث η هي النسبة بين كمية الشغل المبذول بواسطة المحرك وكمية الحرارة التي يستهلكها. المولد الكهروحراري، في المقابل، يعمل على النحو التالي: بين مادتين كهروحراريتين، هما بمثابة شبه موصل، تكون فيه معظم حاملات الشحنة من الإلكترونات (شبه موصل سالب) وشبه موصل آخر يحتوي غالبًا على فجوات افتراضية نشأت في غياب الإلكترونات (شبه موصل موجب)، يوجد تدرج حراري ∇T يخلق مجالًا كهربيًّا E بين الطرف البارد والطرف الساخن من كل مادة (شكل 1). ومعامل سيبك S، الذي يمكن حسابه من النسبة $E/\nabla T$، بحيث تكون قيمته سالبة لمواد أشباه الموصلات السالبة، وتكون موجبة للنوع الموجب، يوازي[4] الإنتروبيا الخاصة بالإلكترون، مقسومة على شحنته. والمادتان معًا تستكملان دورة كاملة، تقوم بتحويل الحرارة التي تمت تغذية الطرف الساخن بها، إلى طاقة كهربية. إذا كانت تلك الدورة قابلة للانعكاس، تكون لديها كفاءة دورة كارنو، وذلك بافتراض أن S لا تتغير على امتداد كل مادة كهروحرارية، رغم أن الحرارة تتغير.

والعمليات غير القابلة للانعكاس ثيرموديناميكيًّا تحدّ من كفاءة الدورة لقيمة أقل بكثير من تلك الخاصة بكفاءة دورة كارنو. ومن الأمثلة على تلك العمليات، التوصيل الحراري عبر شبكة بلورية من الذرات التي تُشكِّل بنية أشباه الموصلات، وكذلك كمية الطاقة الحرارية التي تنشأ بداخل أشباه الموصلات عندما يُستخدَم الجهد الناشئ عن المجال الكهربي في توصيل تيار كهربي إلى حمل كهربي خارجي (شكل 1). الجزء الضئيل من كفاءة دورة كارنو لكفاءة دورة كهروحرارية ما، يمكن تقدير قيمته بواسطة معامل الاستحقاق الكهروحراري ZT للنظام ككل، وهو متوسط قيمة zT لأشباه الموصلات من النوعين السالب والموجب، حيث $zT = S^2T/\rho\varkappa$، وحيث تمثل ρ المقاومة الكهربية الخاصة بكل شبه موصل، و$\varkappa$ هي توصيله الحراري، وT هي درجة الحرارة المطلقة للجهاز. والتوصيل الحراري يتألف من عنصرين رئيسين: تقوم الإلكترونات بحمل بعض الحرارة (توصيل إلكتروني $\varkappa_e$)، إلا أن معظم الحرارة يتم نقلها بواسطة الفونونات، وهي ذبذبات الذرات في الشبكة البلورية، وهي التي تنقل الصوت أيضًا (موصلية شبكية $\varkappa_{lat}$). إنّ غاية الأبحاث الكهروحرارية هي اكتشاف مواد جديدة ذات أقصى قيمة لـzT، وذلك عن طريق تحقيق أقصى قيمة للنسبة $S2/\rho$، وأدنى قيمة لـ$\varkappa_{lat}$، دون زيادة قيمة ρ.



الشكل 1 | أساس عمل المولِّد الكهروحراري. أ، يتكون المولد الكهروحراري من اثنين من المواد الكهروحرارية شبه الموصلة (من النوع السالب والنوع الموجب) الخاضعة لفرق في درجة الحرارة، T_{hot}- T_{cold}، ومُوصِّلين كهربيًّا على التوالي عبر ألواح موصِّلة من الأعلى والأسفل. في شبه الموصل السالب، تكون معظم حاملات الشحنة من الإلكترونات السالبة، بينما في الآخر تكون معظم الحاملات من الفجوات الموجبة. وتحت تأثير التدرج الحراري، عادةً ما تتراكم الإلكترونات والفجوات على الجانب البارد. ومن ثم يتولد مجال كهربي E بين الجانب البارد والجانب الساخن من كل مادة، مما يولِّد جهدًا عندما يتكامل على امتداد كل منهما. والجهود الكهربية لأشباه الموصلات من النوعَين السالب والموجب تُضاف إلى بعضها وتدفع تيارًا كهربيًّا عبر حمل كهربي، وفي هذه الحالة يكون الحمل هو مقاومة كهربية. وحاصل ضرب الجهد والتيار يكون مساويًا للقدرة الكهربية الناتجة من المولد.

الحد الأقصى الذي أمكن بلوغه لقيمة zT تضاعف خلال الخمس عشرة سنة5 الماضية من 1 إلى 2، وذلك بفضل تطبيق تقنية النانو ونظرية الكم على تلك المسألة. وهندسة هيكل نطاق الطاقة الخاص بالمواد5ــ مثلًا، عبر تأثير التقييد الكمي أو تعزيز التفاعل بين الدوال الموجية الخاصة بالشوائب وتلك الخاصة بالإلكترونات الحرة ــ تُستخدم لزيادة قيمة $S2/\rho$. والنقص في قيمة $\varkappa_{lat}$ يمكن تحقيقه عن طريق هندسة الفونونات[5] الخاصة بالمادة شبه الموصلة ــ مثلًا عبر هيكلتهم نانويًّا، أو توليد ذبذبات موضعية محددة في الشبكة الخاصة بهم (ذبذبة نسق الفونونات)، أو باختيار الذرات التي تُحفز الروابط الكيميائية التي تتذبذب بشكل غير توافقي بشدة[6]. وعلى مدى عقود، قبل دراسة شاو وزملائه؛ التي بحثت في أمر الكفاءة الكهروحرارية لبلورات سلينيد القصدير الأحادية (SnSe)، كان الرقم القياسي لقيمة zT من نصيب السبائك المصنوعة باستخدام عديد من تلك الأساليب في تيلوريد الرصاص[7] (PbTe)- وهو شبه موصل بهيكل بلوري صخري ملحي بسيط- بالإضافة إلى تاريخ طويل من التقنيات الكهروحرارية وليزر الأشعة تحت الحمراء ذي الصمام الثنائي وكواشف الإشعاعات.

في حالة المقارنة بتيلوريد الرصاص، يمكننا القول إن سلينيد القصدير هو بمثابة البطة الصغيرة العرجاء. ومن الناحية الكيميائية والبنيوية، فهو يشبه تيلوريد الرصاص، إلا أن سلينيد القصدير أخفّ، ولديه روابط أكثر صلابة وبلورات مشوَّهة. وهذا جعله يبدو كاختيار سيئ لاستخدامه في التطبيقات الكهروحرارية، فسلينيد القصدير يمتلك قيمة منخفضة لـzT عند درجة حرارة الغرفة. وكانت مفاجأة أنْ يبحث شاو وزملاؤه في أمر سلينيد القصدير على الإطلاق، ناهيك عن تحقيقه لأعلى قيمة لـzT (2.6) على امتداد اتجاه بلوري واحد من طور درجة الحرارة المرتفعة)، مقارنةً بأي مادة سائبة أخرى في عينة مُجمَّعة بدائيًّا (وهي عينة تُكوَّن دون إضافة شوائب، أو تحسينات). وسلينيد القصدير له آفاق مستقبلية جيدة للاستخدام العملي، إذ لا يخضع للتشريع الذي يحدّ من استخدام الرصاص، كما يحتوي على وفرة من العناصر الأرضية فقط (على عكس التيلوريد)، ويمكن إعداده ليكون قابلًا لإعادة إنتاجه بشكل جيد[3].

إن الفيزياء الكامنة وراء سلينيد القصدير رائعة. فالمؤلفون قد عزوا القيمة المنخفضة لـ$\varkappa_{lat}$ الخاصة بالمادة، إلى عدم التوافق العالي لروابطها الكيميائية. إن مادة صلبة تحتوي على روابط كيميائية توافقية نقية ستبدو كمصفوفة ثلاثية الأبعاد من الكرات والزنبركات، فإذا تم سحب أي ذرة من موضع حالة الاتزان أثناء عبور فونون، فإن القوة التي تتعرض لها الذرة تتناسب مع إزاحتها. وثابت التناسب في هذه العلاقة يسمى ثابت الزنبرك. وفي مادة صلبة غير توافقية، لا تظل قيمة ثابت الزنبرك ثابتة مع إزاحات الذرة، مما تكون له عواقب مهمة عندما يصطدم اثنان من الفونونات ببعضهما. لذا.. وجود الفونون الأول يغيِّر من قيمة ثابت الزنبرك التي يراها الفونون الثاني، ولذلك يصطدم الفونون الثاني بوسطٍ ذي خصائص مرونة معدلة، من المرجح أن تقوم بعكسه. والخاصية غير التوافقية تؤدي إلى تشتت فونون-فونون مُعزَّز، الذي يقلل بدوره من قيمة $\varkappa_{lat}$، دون التأثير على الخصائص الإلكترونية للمادة الصلبة[5,6]. لذا.. ربما يكون هذا هو التأثير الكامن وراء القيمة المرتفعة لـzT الخاصة بسلينيد القصدير، وهي فكرة تحفز على القيام



بمزيد من الجهد التجريبي والنظري. ■

جوزيف بي. هِريمانز من أقسام الهندسة الميكانيكية وهندسة الطيران والفيزياء، جامعة ولاية أوهايو، كولومبوس، أوهايو 43210، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: heremans.1@osu.edu

1. www.iea.org
2. Seebeck, T. J. *Magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz* (Abhandlungen der Preussischen Akad. Wissenschaften) 265–373 (1822–23; reprinted W. Engelmann, 1895).
3. Zhao, L.-D. *et al. Nature* **508,** 373–377 (2014).
4. Callen, H. B. *Thermodynamics: An Introduction to the Physical Theories of Equilibrium Thermostatics and Irreversible Thermodynamics* (Wiley, 1960).
5. Heremans, J. P., Dresselhaus, M. S., Bell, L. E. & Morelli, D. T. *Nature Nanotechnol.* **8,** 471–473 (2013).
6. Nielsen, M. D., Ozolins, V. & Heremans, J. P. *Energy Environ. Sci.* **6,** 570–578 (2013).
7. Biswas, K. *et al. Nature* **489,** 414–418 (2012).

فيزياء تطبيقية

دَوّامات إلكترونية ساطعة

تم استخدام طريقة هولوجرامية جديدة لتحويل أشعة إلكترونية عادية إلى أشعة حلزونية. تظهر هذه الأشعة الواعدة في تطبيقات معينة، مثل التحليل الطيفي للمواد غير الانطباقية، ومعالجة جزيئات النانو.

جُن يوان

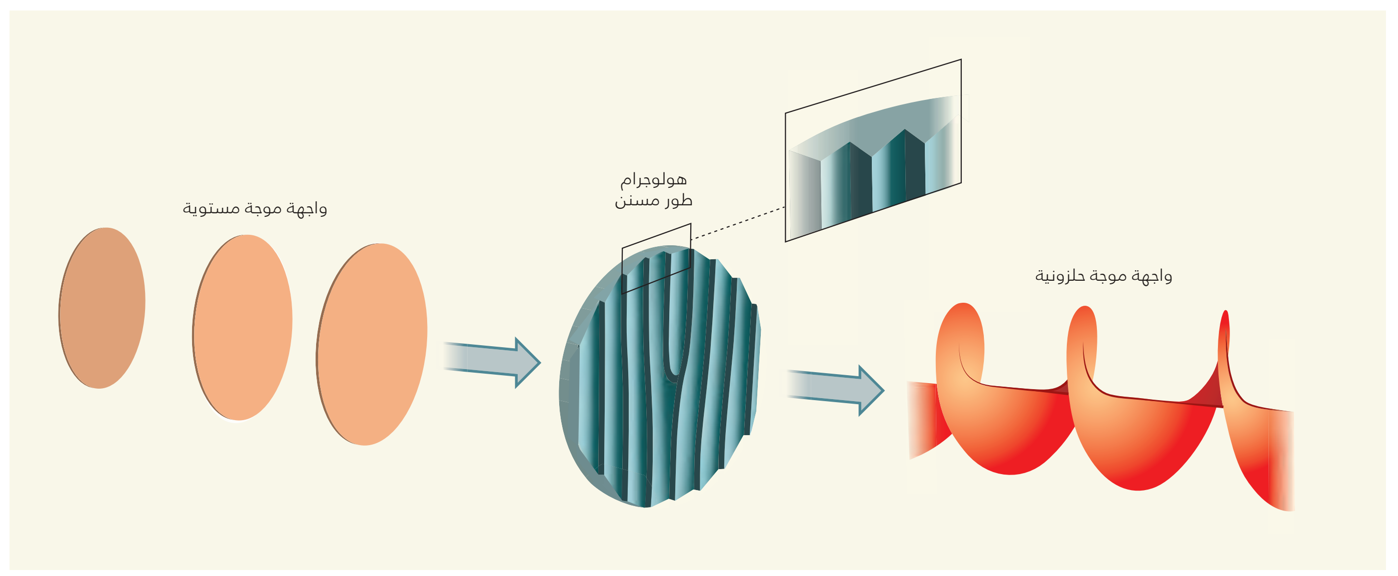
الأشعة الإلكترونية الحلزونية، المعروفة أيضًا باسم الحلزونات أو الدوّامات الإلكترونية، هي موجات كمّية من الإلكترونات، لها حركة دورانية تشبه شكليًّا السحب الإلكترونية التي تدور حول نواة الذرة، إلا أنه لا توجد قوة كولوم مركزية للسيطرة على الإلكترونات، وبالتالي فإن موجة الكم يمكنها التحرك على طول محور انتشارها وهي تدور. بقيت هذه الأشعة بدعة نظرية[1]، حتى تحققت عمليًّا منذ أربع سنوات[2-4]. وهي تملك العديد من الخصائص الفيزيائية المثيرة، كعزوم مغناطيسية يُمكن أن تكون عالية، والتفاعل مع المادة والمجالات الكهرومغناطيسية[5]. ولدراسة تلك الأشعة معمليًّا، يجب أن تكون ساطعة. وفي دراسة نشرت في "أبلايد فيزيكس ليترز" *Applied Physics Letters*، أوضح جريلو وزملاؤه[6] كيف يمكن تحقيق ذلك.

في إطار ميكانيكا الكَمّ، نجد أن سرعة دوران شعاع إلكتروني حلزوني، وقيمة الزخم الزاوي المرتبط به، تتناسب مع الميل الزاوي للطور الكميّ (مقياس السعة المحلية لموجة كمّية تتأرجح جيئة وذهابًا بين الحد الأقصى والحد الأدنى من قيمتها). وبسبب هذا الميل الطوري، تدور قمة الموجة الكمّية حول محور الشعاع، مما يُعطي واجهة الموجة شكلًا حلزونيًّا كاملًا. ويشبه هذا خطوط الرغوة البيضاء لأمواج المحيط التي تميّز الأمواج المستوية التي تقترب من الشاطئ.

توحي الطبيعة الحلزونية لواجهة موجات الأشعة الإلكترونية الحلزونية بأنه يمكن الحصول عليها عن طريق إضافة طور ميل زاويّ إلى واجهة موجة مستوية عادية لشعاع إلكتروني. إحدى الطرق الصعبة لإحداث هذا التحويل هي استخدام أداة بصرية معروفة باسم قرص الطور، الذي يتباين سُمْكه بطريقة لولبية (شكله الجانبي ذو سُمْك حلزوني)[2]. وهناك طريقة أكثر فعالية[3,4] وهي استخدام الهولوجرام، الذي اخترعه الفيزيائي دنيس جابور[7] في أواخر أربعينات القرن الماضي؛ لإنتاج صور ثلاثية الأبعاد للأجسام. والهولوجرام يغيّر الطور الموجي لشعاع ضوئي عبر تغيير اتجاه تحرك واجهة الموجة عن طريق حيودها من خلال غطاء منقوش الحواف.

الجيل الأول من الأغطية الهولوجرافية لإنتاج حلزونات إلكترونية ينطوي عادةً على شكل نقش بسيط (ثنائي) من "الأبيض والأسود"، على أن يُرمّز وضع النقوش النسبي لمعلومات حول طور موجة الشعاع الدوّامي. والمناطق "البيضاء" من غطاء الهولوجرام تتم ميكنتها ميكرويًّا بطريقة تسمح للشعاع الإلكتروني بالمرور دون عوائق، بينما تمتلئ المناطق "السوداء" بمواد تعوق مرورها. ومع ذلك.. فإن الكفاءة القصوى لهولوجرام ثنائي السعة – يُعرف بالنسبة من الأشعة الإلكترونية غير الحلزونية التي تحوّلت إلى أشعة حلزونية بزخم زاويّ مداري معين – تبلغ فقط حوالي 10% (المرجع 6). ويرجع ذلك، ليس فقط إلى عدم نفاذ ما يقرب من نصف الأشعة غير الحلزونية بسبب المناطق السوداء، ولكن أيضًا لأن نصف الأشعة المتبقية النافذة يتوزّع بين عديد من المسارات المنحرفة.

دخل جريلو وزملاؤه المنافسة العلمية بكتابة تقرير عن جهاز لإنتاج حلزونات إلكترونية بكفاءة بلغت 25%. فقد استطاعوا تحقيق هذه القيمة من خلال الجمع بين مزايا أسلوبي الهولوجرام وقرص الطور. في هذا النهج المُركّب، يتم استبدال الغطاء الثنائي التقليدي بغطاء لا يحتوي على مناطق تمنع نفاذ الأشعة ولديه بنية ذات سُمْك أسنان المنشار (الشكل 1)، تعمل بمثابة قرص الطور لتوجه الإلكترونات في اتجاه واحد. وفي مجال العلوم البصرية، يُسمى مثل هذا الجهاز هولوجرام الطور المسنن Blazed



الشكل 1 | تحويل واجهة الموجات. قام جريلّو وزملاؤه[6] بتصميم هولوجرام طور مسنن، يتميز ببنية ذات سُمك أسنان المنشار. الجهاز يحول الشعاع الإلكتروني الذي تكون فيه واجهة الموجات مستوية إلى أشعة بقمة موجة تدور حول محور انتشارها، لترسم بذلك واجهة موجة حلزونية.

Phase Hologram، وله كفاءة نظرية تقترب من 100%.

وهناك محاذير لهذا النهج.. فالحصول على أشعة إلكترونية حلزونية ساطعة بهذه الطريقة يُعَدّ تحديًا، لأنه يتطلب التحكم في سُمْك التشكيل الجانبي لهولوجرام الطور المسنن بدقة نانومترية. أيضًا، هناك جزء من الشعاع الإلكتروني النافذ خلال الهولوجرام سيفقد حتمًا بعض الطاقة خلال عملية تسمى بالتشتت غير المرن، الأمر الذي يؤدي إلى نشوء إشارة خلفية غير حلزونية. لتشخيص الشعاع، يمكن إزالة هذا الجزء غير المرن من الشعاع باستخدام أساليب ترشيح الطاقة. ومع ذلك.. فإن استخدام أجهزة تحويل الطور المحضة، مثل تلك التي تستخدم تأثير يُعرف بالزيغ البصري[8]، بدلًا من طور الهولوجرام المسنن، قد يكون أفضل لتطبيقات مثل التحليل الطيفي المعتمِد على لاانطباقية (Chirality) جزيئات الأشعة الحلزونية.

الشكل الحلزوني لواجهة موجة أشعة الإلكترونات الحلزونية يعني أن القيمة الدقيقة لطور موجة الشعاع في وسطها ليس محددًا بدقة، مما يؤدي إلى تجويف في منتصف بنية كثافة الشعاع (تشبه الدونات)، التي يمكن أن يكون قطرها أقل من 1 نانومتر[9]. وهذا طول أصغر حوالي ألف مرة من الأشعة الضوئية الحلزونية الموجودة حاليًا، التي تُستخدم لحصار وتحريك جزيئات ميكرومترية الحجم. والحلزونات الإلكترونية الساطعة المنتجة باستخدام طريقة جريلو وزملائه قد تفسح المجال للتلاعب بسهولة بالجزيئات النانوية والذرات الفردية. في الواقع، الحلزونات الإلكترونية الخافتة الموجودة تم بالفعل استخدامها لنقل الزخم الزاوي المداري من أشعة إلى جزيئات نانويّة[3,10,11].

إنّ طريقة مجموعة جريلو ستسمح أيضًا بإنتاج حلزونات إلكترونية ساطعة ذات زخم زاويّ مداريّ عالٍ جدًّا، مما سيمكّن من دراسة الآثار الكمّية الخفية المرتبطة بالعزوم المغناطيسية الهائلة لهذه الأشعة. وأخيرًا، ونظرا إلى عدم الانطباق الذاتي لتلك الأشعة، يمكن أن تستخدم حلزونات إلكترونية مكثفة للدراسة الطيفيّة للمواد غير الانطباقية[3,12]، مثل المواد المغناطيسية، وبعض البوليمرات والجزيئات الحيوية الكُبرى. ومما لا شك فيه أن مستقبل الحلزونات الإلكترونية سيكون أكثر إشراقًا. ■

جُن يوان يعمل بقسم الفيزياء، جامعة يورك، يورك YO10 5DD، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: jun.yuan@york.ac.uk

1. Bliokh, K. Yu., Bliokh, Y. P., Savel'ev, S. & Nori, F. *Phys. Rev. Lett.* **99,** 190404 (2007).
2. Uchida, M. & Tonomura, A. *Nature* **464,** 737–739 (2010).
3. Verbeeck, J., Tian, H. & Schattschneider, P. *Nature* **467,** 301–304 (2010).
4. McMorran, B. J. *et al. Science* **331,** 192–195 (2011).
5. Lloyd, S. M., Babiker, M., Yuan, J. & Kerr-Edwards, C. *Phys. Rev. Lett.* **109,** 254801 (2012).
6. Grillo, V. *et al. Appl. Phys. Lett.* **104,** 043109 (2014).
7. Gabor, D. *Nature* **161,** 777–778 (1948).
8. Clark, L. *et al. Phys. Rev. Lett.* **111,** 064801 (2013).
9. Idrobo, J. C. & Pennycook, S. J. *J. Electron Microsc.* **60,** 295–300 (2011).
10. Verbeeck, J., Tian, H. & Van Tendeloo, G. *Adv. Mater.* **25,** 1114–1117 (2013).
11. Gnanavel, T., Yuan, J. & Babiker, M. *Proc. Eur. Microsc. Congr.* www.emc2012.org.uk//documents/Abstracts/Abstracts/EMC2012_1082.pdf (2012).
12. Yuan, J., Lloyd, S. M. & Babiker, M. *Phys. Rev. A* **88,** 031801 (2013).

علم الوراثة

التأرجحات الجينية لمتلازمة داون

مقارنة بين عدد من التوائم المتماثلة، حيث أحد التوأمين فقط مصاب بمتلازمة داون، تكشف عن انبساط في مستويات النشاط الجيني بكل الجينوم في الفرد المصاب.

بنيامين دي. بوب، و**ديفيد إم. جيلبرت**

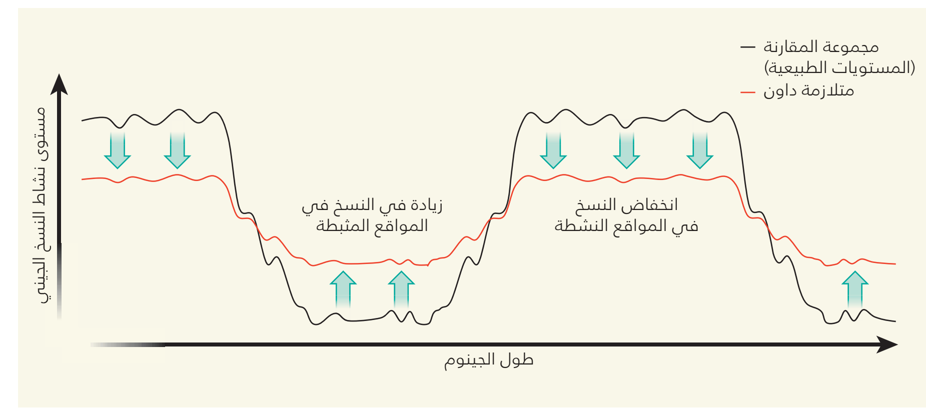
تحدث متلازمة داون حين يملك الشخص نسخة زائدة من الصبغي 21 (مرجع 1)، وهي حالة تسمى باضطراب الصبغي 21 الثلاثي. ولأن كل صبغي يحتوي على مجموعة معينة من الجينات تعمل كمخططات لإنتاج مكونات الخلية، كان يُفتَرَض لعقود أن تلك المتلازمة تحدث بشكل أساسي بسبب الوفرة الزائدة في المكونات الناتجة عن تعبير جينات الصبغي 21 الزائد. في العدد الصادر في 17 إبريل من دورية *Nature*، الطبعة الإنجليزية، أشار ليتورنو وزملاؤه[2] إلى حالةٍ من متلازمة داون مرتبطة بتغير في التعبير الجيني لكل صبغي على مستوى الجينوم، وليس الصبغي 21 فقط. توضح هذه الدراسة أن تعبير أي عدد من الجينات على أي صبغي قد يسهم في حدوث متلازمة داون، وإلى إمكانية أن تتسبب نسخة زائدة من أي صبغي في اضطراب التنظيم الجيني بشكل عام.

أمكن تحقيق هذا الاكتشاف عن طريق تجربة دقيقة، تمت خلالها مقارنة مجموعة من التوائم الناشئة من البويضة الملقحة ذاتها (توائم أحادية اللاقحة، أو 'التوائم المتماثلة')، حيث يملك أحد التوأمين فقط دون الآخر نسخة زائدة من الصبغي 21، وذلك بسبب أخطاء أثناء عملية تفرُّق الصبغيات قبل وقوع حدث التوأمة[3]. سمح هذا الظرف غير المعتاد بدراسة الآثار المترتبة على وجود نسخة الصبغي 21 الزائدة على حدة. ورغم أن عملية التعبير الجيني تمت دراستها بصورة مكثفة في الأفراد المصابين بمتلازمة داون، مرت الآثار واسعة المدى على مستوى الجينوم التي كشفت عنها دراسة ليتورنو، دون أن تُلاحَظ، والسبب في ذلك هو شدة التباين الوراثي الطبيعي بين الأفراد التي تخفي تلك الآثار، كما بيّنت الدراسة.

أهم ما وجده المؤلفون هو أن الاختلاف في التعبير الجيني يتبع نمطًا ثابتًا، حيث تعلو وتهبط مستويات التعبير الجيني بطول الوحدات الصبغية الكبيرة. يدعم اكتشاف تلك الوحدات ذات التعبير الزائد والناقص، والتي يدعوها ليتورنو وزملاؤه بالمواقع ذات التعبير الجيني المتقلب GEDDs (Gene Expression Dysregulation Domains)، الأدلة المتزايدة على أن الصبغيات تحتوي على وحدات وظيفية تسمح للخلايا بالوصول إلى المعلومات الوراثية في الوقت والمكان المناسبَيْن. تتحاذى أماكن مواقع GEDDs مع نطاقات ذات سمات تركيبية ووظيفية معينة، مثل تلك المرتبطة ببروتينات الصفيحة النووية (المواقع المرتبطة بالصفيحة النووية[4]، LADs) أو تلك التي تتضاعف في أوقات مختلفة أثناء مرحلة تصنيع الحمض النووي في دورة انقسام الخلية[5]. تعزز تلك النتائج من الافتراض القائل إن وظائف الصبغي إنما تعكس الخصائص التركيبية للوحدات المكونة له.

وجد باحثو الدراسة أيضًا مواقع GEDDs في الفئران التي تملك نسخة زائدة من الصبغي 16 (المعادل في الفئران للصبغي 21 البشري)، والتي لها ملامح عدة شبيهة بتلك التي لمتلازمة داون[6]. تمت ملاحظة وجود مواقع GEDDs على طول جينوم الفئران في مواضع تقابل مثيلاتها على الصبغيات البشرية. وبالإضافة إلى ذلك، يشير المؤلفون إلى أن المواقع محل الدراسة ظلت محفوظة بدرجة كبيرة بعد إعادة برمجة خلايا بشرية من توائم تجريبيًّا إلى صورة تطورية تشبه الخلايا الجذعية الجنينية (خلايا جذعية محفزة متعددة الفاعلية)[7]. ركز المؤلفون بالطبع على التشابه في مواقع GEDDs قبل وبعد عملية إعادة البرمجة. ومع ذلك.. فإن الاختلافات التي وجدوها قد تكون ذات علاقة بالتغير في توقيت التضاعف، أو التغير المرتبط بصفائح النواة، الذي يحدث أثناء إعادة البرمجة[5].

من المثير للاهتمام، أن نتائج ليتورنو وزملائه تُوضِّح أن مواقع GEDDs ذات التعبير الزائد تتوافق مع مواقع



الشكل 1 | التعبير الجيني المُنبسِط. يُظْهِر بحث ليتورنو وزملائه2 أن وحدات الجينوم التي ترتبط بصورة طبيعية بمستوى منخفض أو مرتفع من النشاط الجيني تتميز بنشاط مرتفع أو منخفض -على الترتيب- في الشخص المصاب بمتلازمة داون، بالمقارنة بتوأمه المماثل الذي لا يعاني من تلك الحالة المرضية. والنتيجة هي انبساط في النشاط الجيني على الجينوم كله.

الجينوم ذات التعبير المنخفض، والعكس، حيث تتقابل مواقع GEDDs ذات التعبير المنخفض مع مواقع تتسم عادة بالنسخ النشط (شكل 1). ويعني هذا أن هناك اختلافًا طفيفًا بين الجينات المحفَّزة والجينات المثبَّطة في المرضى المصابين بمتلازمة داون، مما يشير إلى أن النسخة الزائدة من الصبغي 21 تؤثر على قدرة الخلايا على التحكم في مخرجات عملية النسخ.

قام مؤلفو الدراسة بعدة محاولات لفهم الآلية التي تعمل بها مواقع GEDDs، لكنهم لم يجدوا تغييرًا ملحوظًا في مواقع LAD، أو في نمط مثيلة الحمض النووي- وهو تعديل تقوم به الخلية للتحكم في معدل النسخ الجيني. وجد المؤلفون أن مستويات المثيلة الثلاثية للحمض الأميني ليسين 4 على الهيستون H3 مرتبطة جيدًا بتغير مستوى النسخ الجيني في مواقع GEDDs (الهيستونات هي البروتينات التي يلتف حولها الحمض النووي بداخل نواة الخلية، مكوِّنًا مركَّبًا يُسمى الكروماتين)، وهو شيء متوقع، حيث تتبع تلك التعديلات الهيستونية التي تعقب عملية النسخ الجينات المعبَّر عنها[8]. ونتائج الفريق البحثي بعد دراسة إمكانية الوصول للكروماتين بمواقع GEDDs (إمكانية وصول آليات النسخ الجيني للكروماتين تتحكّم أيضًا في مستويات التعبير الجيني) كانت عصية على التفسير.

كيف يمكن إذن لزيادة صبغي واحد صغير الحجم نسبيًّا- الصبغي 21 هو أصغر الصبغيات البشرية، ويمثل حوالى 2% فقط من الجينوم- أن تبط الاختلافات في النّسخ بطول الجينوم؟ هناك آليّتان تبدوان معقولتَين. الأولى، وهي الأبسط، أنه من المحتمل أن تكون زيادة واحد أو أكثر من الجينات الموجودة على الصبغي 21 هي المسؤولة. فعلى سبيل المثال.. يحمل كلٌّ من الصبغي 21 البشري والصبغي 16 في الفئران الجين HMGN1، الذي يقوم البروتين الناتج عنه بالتنافس[9] مع الهيستون H1 على الوصول إلى الحمض النووي الرابط بين الجسيمات النووية، وهي الوحدات المتكررة المكونة للكروماتين. ولأن الهيستون H1 يرتبط بالكروماتين الذي يصعب الوصول إليه، فإن الزيادة في الجين HMGN1 تنتج عنها بالتالي زيادة في إمكانية الوصول إلى الكروماتين على الجينوم كله. وسهولة الوصول إلى الكروماتين، الذي يصعب الوصول إليه عادةً، ستؤدي إلى التقليل من نشاط العوامل التي تعمل على تحفيز الجينات في باقي الجينوم، أو خروج العوامل التي تثبط الجينات في الأماكن النشطة، أو الاثنين معًا، مما يؤدي في النهاية إلى الانبساط في مستويات التعبير الجيني على مستوى الجينوم بأكمله. وسيكون من البديهي بعد ذلك إجراء تجربة؛ لاختبار تأثير الزيادة المُصمَّمة في الجين *HMGN1* على مستويات النسخ.

الآلية الأخرى المحتمَلة والأقل وضوحًا لنا، هي أن الظاهرة التي يصفها ليتورنو وزملاؤه ناتجة عن زيادة في محتوى الحمض النووى نفسه، مثلًا، عبر كبح العوامل التي تنظم التعبير الجيني[10]. وتحتاج هذه الآليّة الافتراضية إلى ألّا تكون خاصة فقط بالصبغي 21، ويمكن التعمُّق في دراستها بمقارنتها مع توائم أخرى أحادية اللاقحة، تختلف في اضطرابات صبغية ثلاثية أخرى. ورغم أن تلك الاضطرابات الثلاثية الأخرى أقل شيوعًا، إلّا أنها تسبب بالفعل بعض المظاهر الإكلينيكية لمتلازمة داون، والنسخ الزائدة من الصبغيات الأكبر حجمًا تترتب عليها آثارٌ أشد[11]. والصبغيات الجنسية، التي تعتبر الاضطرابات الثلاثية بها حميدة إلى حد ما، هي الاستثناء لتلك القاعدة[11].

استخدم ليتورنو وزملاؤه مجموعة من التجارب المحكمة، والمنفذة بدقة، والقابلة للتكرار، ليجدوا ظاهرة جديدة مثيرة للجدل. والنتائج التي توصلوا إليها تطرح أسئلة أكثر مما تقدِّم من إجابات، وتفتح الباب أمام المزيد من الأبحاث المثيرة. ■

بنيامين دي. بوب، و**ديفيد إم. جيلبِرت** يعملان بقسم العلوم الحيوية، جامعة ولاية فلوريدا، تالّاهاس، فلوريدا 32306، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: pope@bio.fsu.edu; gilbert@bio.fsu.edu

1. LeJeune, J., Gautier, M. & Turpin, R. *C.R. Hebd. Séanc. Acad. Sci.* **248,** 602–603 (1959).
2. Letourneau, A. *et al. Nature* **508,** 345–350 (2014).
3. Dahoun, S. *et al. Am. J. Med. Genet. A* **146A,** 2086–2093 (2008).
4. Guelen, L. *et al. Nature* **453,** 948–951 (2008).
5. Hiratani, I. *et al. PLoS Biol.* **6,** e245 (2008).
6. Davisson, M. T. *et al. Prog. Clin. Biol. Res.* **384,** 117–133 (1993).
7. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).
8. Li, B., Carey, M. & Workman, J. L. *Cell* **128,** 707–719 (2007).
9. Catez, F., Brown, D. T., Misteli, T. & Bustin, M. *EMBO Rep.* **3,** 760–766 (2002).
10. Liu, X., Wu, B., Szary J., Kofoed, E. M. & Schaufele, F. *J. Biol. Chem.* **282,** 20868–20876 (2007).
11. Hassold, T. & Hunt, P. *Nature Rev. Genet.* **2,** 280–291 (2001).

الكيمياء الكهربية

التحفيز على حواف الحبيبات

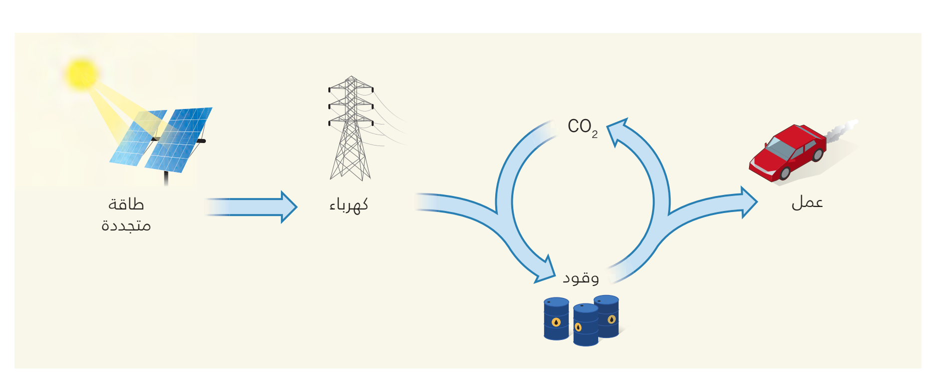
تم التوصل إلى مواد مستمدة من النحاس، قادرة على تحويل الماء وأول أكسيد الكربون إلى إيثانول باستخدام الكهرباء. يمثل هذا الاكتشاف تقدُّمًا كبيرًا نحو تخزين الطاقة المتجددة على شكل وقود سائل.

آرون إم. أبل

أورد لي وزملاؤه[1]، في عدد 24 إبريل من دوريّة *Nature*، الطبعة الإنجليزية، تطورًا ملحوظًا في عامل محفِّز يُستخدَم في إنتاج الوقود الكربوني كهروكيميائيًّا من الماء وأول أكسيد الكربون. فرغم أن أقطاب النحاس قد عُرفت لسنوات طويلة كمحفِّزات لتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى مواد كيميائية ووقود[2]، مرورًا بمركبات وسيطة كأول أكسيد الكربون، إلا أن الباحثين أثبتوا أن طريقة تصنيع أقطاب النحاس لها تأثير كبير على نشاط وكفاءة التحفيز. وقد تؤدي هذه النتيجة إلى تطوير سُبُل توظيف مصادر الطاقة المتجددة.

تُوفِّر المصادر المتجددة ـ مثل الشمس والرياح ـ فُرَصًا لإمداد المجتمعات بالطاقة بلا آثار سلبية، كتلك المُصاحِبة لاستخدام الوقود الأحفوري، ولكن يحد من استخدام هذه المصادر كونها غير متاحة بشكل مستمر. وبالتالي يجب إيجاد طرق فعالة لتخزين الطاقة المستمَدَّة منها؛ حتى يمكن استخدامها على نطاق واسع[3]. إحدى الطرق المُغرية هي التوليد الكهربي للوقود من الماء وثاني أكسيد الكربون (المراجع[3-6]، الشكل 1)، إذ يمكن للنظم الكهروكيميائية ـ على عكس الطرق التقليدية المركزية لتوليد الوقود ـ أن تعمل تحت ضغوط ودرجات حرارة معتدلة، وفي نطاق صغير من المفاعلات؛ مما يجعلها مثالية لإنتاج الوقود مباشرة في مواقع مصادر الطاقة المتجددة والمنتشرة بطبيعتها في أماكن كثيرة، لكن تحقيق التحول الكيميائي المرجو سيتطلب تطوير محفزات ذات كفاءة عالية.

تتضمن عملية تحويل ثاني أكسيد الكربون كهروكيميائيًّا إلى وقود خطوات عدة تنطوي على عدة مركبات وسيطة، ونواتج محتملة. ويؤثر اختيار العامل المُحفِّز بشدة على انتقائية وكفاءة استخدام الطاقة الناتجة عن هذه العملية. وغالبًا ما يكون أول أكسيد الكربون هو المُنتَج الأول، وهو غاز ذو كثافة طاقة منخفضة، على نحو يستوجب المزيد من التحوُّل؛ لجعله وقودًا فعَّالًا. فرغم أن مُحفِّزات النحاس



الشكل 1 | تخزين الطاقة من مصادر متجددة. لا تتاح مصادر الطاقة المتجددة، كالطاقة الشمسية، إلا بشكل متقطع. ولذا.. فهناك حاجة إلى وسائل لتخزينها. وإذا تم تحويل هذه الطاقة إلى كهرباء؛ يمكن استخدامها في دفع تفاعلات كهروكيميائية تُحوِّل ثاني أكسيد الكربون إلى وقود سائل، يصاحبها أول أكسيد الكربون (غير مبين في الشكل) كمنتج وسيط. وعندما يُستخدم الوقود لاحقًا للقيام بشغل، يتحرر ثاني أكسيد الكربون ويُعاد تدويره إلى وقود. يورد لي وزملاؤه[1] تقريرًا عن محفز نحاس مُطور، يُستخدم في تحويل أول أكسيد الكربون كهروكيميائيًّا إلى إيثانول، ويمكن استخدامه كوقود سائل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معروفة بالاختزال الأوليّ لثاني أكسيد الكربون (المراجع 2،7)، إلا أن لي وزملاءه ركزوا اهتمامهم على تأثيرها في التحول اللاحق لأول أكسيد الكربون. وقد أوردوا أنه عندما يتم التحكم في عملية اختزال النحاس المتأكسد وتحويله مرة أخرى إلى نحاس، فإن السطح المعدني الناتج يكون أكثر انتقائية في إنتاج الإيثانول، بل وأكثر كفاءة في استخدام الطاقة. يمثل هذا الاكتشاف خطوة كبيرة نحو إنتاج اقتصادي لوقود سائل متجدد ذي كثافات طاقة مرتفعة.

أحد التحديات التي لا تزال قائمة في التحفيز غير المتجانس ـ وهو تفاعل يحدث عادة على سطح مادة ما ـ هو فهم أسباب التغير في كفاءة التحفيز. فعادةً ما يحمل سطح المادة مجموعة متنوعة من الخصائص التركيبية التي تمثل مواقع تحفيز محتملة للتفاعلات الرئيسة. ويتطلب تحديد المواقع المسؤولة عن التحفيز توصيفًا للمواد باستخدام عديد من التقنيات، تتبعها دراسات للربط بين الخصائص السطحية وكفاءة التحفيز.

اختبر لي وزملاؤه محفِّزات النحاس الناتجة عن طريقتهم للأكسدة والاختزال، ووجدوا أن حجم الجسيمات لا يفسر النشاط التحفيزي المُلَاحظ، حيث لم تُظهِر جسيمات النحاس ذات الحجم المماثل التي أعدت بطرق مختلفة النشاط التحفيزي نفسه. وأرجَعَ الباحثون الاختلافات في النشاط التحفيزي، الناتج عن الطريقتين المختلفتين، إلى اختلافات في حواف الحبيبات، وهي مناطق ربط بين البلورات داخل الجسيمات. فرغم أن أحجام الجسيمات الناتجة عن الطريقتين قد تكون متماثلة، إلا أن حواف الحبيبات الخاصة بكل منهما مختلفة تمامًا. وربما كانت تلك "الاعوجاجات" متعددة الأبعاد هي السبب الأساسي وراء التحسن الكبير في الانتقائية وكفاءة تخزين الطاقة.

هذه الرؤية المنبثقة عن أبحاث لي وزملائه، تضع حجر الأساس لمزيد من التطوّرات. وكما هو الحال مع كافة المحفزات الكهربية، يمكن تحسين كفاءة تخزين الطاقة في الإيثانول المنتج بالطريقة المقترحة من الباحثين عبر خفض الجهد الكهربي اللازم للتفاعل وزيادة انتقائية المنتج. وقد تؤدي دراسة تشكُّل الروابط الكربونية-الكربونية، المسؤولة عن ربط جزيئات أول أكسيد الكربون ببعضها لإنتاج جزيئات ثنائية الكربون (مثل الإيثانول)، إلى تقدُّم أكبر في هذا المجال. ويُعتبر التشكل الانتقائي للروابط الكربونية-الكربونية خطوة محورية في الكثير من التحولات التحفيزية، ليس فقط في التطبيقات الصناعية، بل في المنظومات الحيوية أيضًا، إذ تحتوي الإنزيمات على مجموعات كيميائية متموضعة بدقة؛ للتحكم في عمليات تكوين وفك الروابط[8]. وقد يكون ما لاحظه لي وزملاؤه من تغيرات في انتقائية ونشاط النواتج ناجمًا عن تشكُّل تركيبات تحفيزية مشابهة متعددة الوظائف. قد يُفضِي فهم هذه العملية إلى إنتاج وقود يحوي عددًا أكبر من ذرات الكربون (مثل البيوتانول)، وذي كثافة طاقة أعلى من الإيثانول.

يواجه الوقود السائل المستخرَج من ثاني أكسيد الكربون ومشتقاته، كأول أكسيد الكربون، تحدّيات جمَّة في سوق الوقود. أحد أكبر هذه التحديات هي أن الوقود الأحفوري ينطوي على ميزة جوهرية، وهي أن الطاقة قد اختزنت فيه بالفعل وبالمجان بفعل البناء الضوئي فيما قبل التاريخ. وفي المقابل، هناك كلفة للطاقة المستخدَمة لإنتاج الوقود من المصادر المتجددة. تُعتبر هذه الكلفة كبيرة في الوقت الحالي، ولكنها قد تنخفض نسبيًّا مع الوقت، مقارنةً بالوقود الأحفوري. ومن غير الواضح متى سيتم استخدام الوقود المتجدد على نطاق واسع، وذلك بسبب صعوبة التنبؤ بأسعار الوقود الأحفوري، وتكاليف إنتاج الطاقة المتجددة، ومدى دعم استخدام الطاقة المتجددة كبديل عن الوقود الأحفوري (مثلًا عبر ضرائب الكربون)، إلا أن استخدام الوقود غير الأحفوري سيتطلب بالتأكيد مُحفِّزات فعّالة. إنّ أبحاث لي وزملائه تُعتبر خطوة ممتازة على هذا الطريق. ■

آرون إم. آبل، عضو بمجموعة علوم التحفيز بمختبر باسيفيك نورث وِست الوطني، ريتشلاند، واشنطن 99352، الولايات المتحدة الأمريكية
البريد الإلكتروني: aaron.appel@pnnl.gov

1. Li, C. W., Ciston, J. & Kanan, M. W. *Nature* **508,** 504–507 (2014).
2. Hori, Y. in *Modern Aspects of Electrochemistry* Vol. 42 (eds Vayenas, C. G. *et al.*) 89–189 (Springer, 2008).
3. Cook, T. R. *et al. Chem. Rev.* **110,** 6474–6502 (2010).
4. Olah, G. A., Prakash, G. K. S. & Goeppert, A. *J. Am. Chem. Soc.* **133,** 12881–12898 (2011).
5. Kondratenko, E. V., Mul, G., Baltrusaitis, J., Larrazábal, G. O. & Pérez-Ramírez, J. *Energy Environ. Sci.* **6,** 3112–3135 (2013).
6. Thoi, V. S., Sun, Y., Long, J. R. & Chang, C. J. *Chem. Soc. Rev.* **42,** 2388–2400 (2013).
7. Li, C. W. & Kanan, M. W. *J. Am. Chem. Soc.* **134,** 7231–7234 (2012).
8. Appel, A. M. *et al. Chem. Rev.* **113**, 6621–6658 (2013).

فيزياء الكَمّ

اقتران هجيني قوي

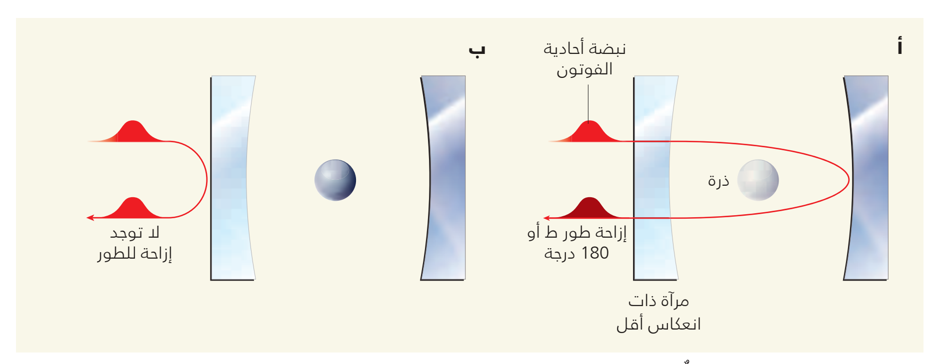
أظهرت ذرة واحدة في مرنان ضوئي تفاعلًا قويًا مع فوتون وارد، وقدرة على تبديل حالته. هذه النتيجة تفتح الطريق نحو حاسبات الكم الضوئية والشبكات الكمية.

لومينج دوان

عند تقاطع شعاعيّ مصباحين، فإنهما يذهبان من خلال بعضهما البعض، دون أن يتأثر أحدهما بالآخر. هذا يعني أن الجسيمات الأساسية للضوء ـ الفوتونات ـ لا تتفاعل عادةً مع بعضها البعض، أو مع المادة، إلا إذا كانت مصمَّمة للقيام بذلك. تتفاعل الفوتونات والمادة عندما تنتشر أشعة ضوئية قوية خلال وسط ذري كثيف، لكن هذا التفاعل لا يكاد يُذكر لنبضات ضوئية ضعيفة في نظام لا يحوي سوى عدد قليل من الذرات. في الإنترنت المستقبلي المعتمِد على مبادئ ميكانيكا الكم1، الذي يَعِد بتعزيز الأمان المعلوماتي والقدرة الحاسوبية، ستنتقل المعلومات عبر فوتونات منفردة (لها التردد نفسه)، وسنكون بحاجة إلى معالجة الحالة الكمية لتلك الفوتونات عبر تفاعلها مع الذرات. في عدد 10 إبريل من دوريّة Nature، الطبعة الإنجليزية، أورد كلٌّ من رايزرَر وزملاؤه2، وتايكا وزملاؤه3، تجربتين منفصلتين تقتربان بنا خطوة نحو تحقيق هذا الهدف، حيث قام الباحثون بتصميم نُظُم تكون فيها لذرة واحدة القدرة على تحويل حالة فوتون أُحادي مُحاصَر في نبضة ضوئية خافتة.

تمثل هاتان التجربتان تتويجًا لعقود من البحث في اقتران ذرة بفوتون في مرنان ضوئي1. نسخة فابري-بيرو للمرنان الضوئي تتكون أساسًا من اثنتين من المرايا العاكسة جدًّا، يرتد بينهما الفوتون منعكسًا مرات عديدة. وهذا النظام يسمح لذرة محاصَرة داخل المرنان بالاقتران بقوة مع الفوتون. استخدم رايزرَر وزملاؤه مرنان فابري-بيرو، بحيث يكون لإحدى المرايا انعكاس عالٍ جدًّا، وبالتالي تكون منخفضة النفاذ، مقارنةً بالأخرى، وبالتالي يدخل الفوتون ويخرج من المرنان عبر المرآة الأقل انعكاسًا بشكل أساسي. أما مجموعة تايكا، فقد صمّمت نوعًا خاصًا من المرنان، يُعرف باسم المرنان البلوري الضوئي، وله الوظيفة نفسها لمرنان فابري-بيرو الخاص بمجموعة رايزرَر، ولكن بحجم تجويف ضئيل، مما يساعد على تعزيز اقتران الذرة بالفوتون.

ولتبديل حالة الفوتون باستخدام ذرة واحدة، استغلت الدراستان مُخطّطًا مقترَحًا للحوسبة الكمية الضوئية4. لفهم



الشكل 1 | مفتاح ضوئي. صَمَّم كلٌّ من رايزرَر وزملائه2، وتايكا وزملائه3، نُظُمًا تكون فيها ذرة واحدة مُحاصَرة في مرنان ضوئي. هذا المرنان يتكون هنا من زوج مرايا بانعكاسين مختلفين، مهيئة تلك المرايا بحيث تحوِّل حالة فوتون وارد من نبضة ضوئية. أ، إذا كانت الذرة في حالة كمية غير مقترنة مع المرنان، أي ما يعادل عدم وجود ذرة في الجهاز، ستدخل نبضة أحادية الفوتون، متوافقة ترددياً مع أحد أنماط تذبذب المرنان، من خلال المرآة الأقل انعكاسًا، مع إزاحة طور مقدارها 180 درجة، أو ط (يُرى هنا من خلال قتامة اللون الأحمر، مقارنةً بلون النبضة الأصلي). ب، إذا كانت الذَّرَّة في حالة اقتران مع المرنان؛ ستتم إزاحة لترددات أنماط المرنان، ومن ثم فإن النبضة ستكون في حالة عدم رنين معه. ولذا.. فإن النبضة لن تدخل المرنان، وسترتد إلى الوراء بدون إزاحة طوريّة.

هذا المخطط، تخيل وجود زنبرك مثبَّت من كلا طرفيه. وكما يحمل الزنبرك ترددات اهتزازات معينة فقط، فإن المرنان الضوئي بتصميمه المرتكِز على مرآتين تفصل بينهما مسافة ثابتة، يسمح بدخول ترددات ضوئية معينة فقط تُسمى أنماط المرنان. فعند ورود نبضة أحادية الفوتون لها التردد نفسه لواحد من أنماط المرنان (أي أن هناك رنينًا بين نبضة الفوتون والمرنان)، فإنها ستدخل المرنان وتخرج منه من خلال المرآة نفسها (الشكل 1أ). في هذه العملية، تخضع نبضة الفوتون، كموجة، لعملية إزاحة في الطور، مقدارها ط (180 درجة)؛ حيث يحدد الطور مقدار السعة المحلية لموجة تتأرجح بين قيم حدها الأدنى والأقصى. ومن ثم، إذا كانت هناك ذرة داخل المرنان، فإنها تقترن مع أنماط المرنان وتُحدث إزاحة لتردداتها. بسبب هذه الإزاحة الترددية، فإن النبضة الواردة التي كانت متوافقة تردّديًّا مع المرنان في غياب الذرة لم تعد متوافقة معه، وبالتالي لن تدخل المرنان. ونتيجة لذلك.. فإنها ترتد مباشرة إلى الوراء، بدون إزاحة طورية (الشكل 1ب).

في التجربتين، استطاع الباحثان تحقيق هذة الإزاحة الطورية المشروطة من خلال إعداد الذرة في حالتين كَمِّيتين: حالة مقترنة مع المرنان (حالة حضور) وأخرى غير مقترنة (حالة غياب)، ثم أعد الباحثان الذرة لتكون في حالة تراكب ميكانيكي كمّي من حالتي الحضور والغياب. وجنبًا إلى جنب مع إزاحة الطور المشروطة، سمحت لهما حالة التراكب هذه بتنفيذ بوابة منطقية كمية - لبنة البناء الأساسية للحوسبة الكمية - بين الذرة والفوتون. هذه البوابة أمر حاسم لخلق شبكات كمية، يتم تخزين المعلومات فيها، واستردادها من ذرات، وإرسالها إلى أماكن بعيدة، عن طريق نبضات أحادية الفوتون.

ذهب رايزرّر وزملاؤه للتدليل على أن البوابة الكمية المقترحة في تجربتهم تُولِّد تشابُكًا كمِّيًّا بين الذرة والفوتون، وأن هذا التأثير الكمِّي يتوسط التفاعل بين مختلف نبضات الفوتونات الأحادية. عَبْرَ تسليط تعاقب لنبضات رنّانة أحادية الفوتون على المرنان، أظهر الباحثون أن النبضات المنعكسة تباعًا أصبحت متشابكة كميًّا. يقدم هذا التفاعل الوسيط وسيلة لتحقيق بوابات منطقية كَمِّيَّة بين نبضات أحادية الفوتون، ليوفّر عملية قابلة للحوسبة الكمية الضوئية4.

أظهرت كذلك إزاحة الطور ط المشروطة تطبيقات في البصريات اللاخطية الكمية، إذ لاحظ تايكا وزملاؤه استجابة غير خطية من المرنان الذي كان فيه مكوِّنا النبضة، أحادي الفوتون وثنائي الفوتون، يُرسَلان عبر مسارات مغايرة. مع انخفاض فقدان الفوتونات، وتحسين تموضع الذرة داخل المرنان، يمكن أيضًا أن تُستخدَم إزاحة الطور المشروطة لإعداد حالة قط شرودنجر - وهي حالة تراكب كمِّية غريبة من حالات كلاسيكية متمايزة - لنبضة الضوء المنعكسة5. إنّ المبادئ الفيزيائية وراء هذه التجارب لا تقتصر على اقتران الذرة بالفوتون، إذ يمكن أن تطبَّق على اقتران بين نقطة كمية (ذرة اصطناعية) وفوتونات الأشعة تحت الحمراء، أو بين بِت كَمِّي لموصِّل فائق وفوتونات الميكروويف. ■

لومينج دوان يعمل بقسم الفيزياء، جامعة متشيجان، آن أربور، متشيجان 418003، الولايات المتحدة، ومركز معلومات الكم، جامعة تسينجهوا، بكين، الصين.
البريد الإلكتروني: lmduan@umich.edu

1. Kimble, H. J. *Nature* **453,** 1023–1030 (2008).
2. Reiserer, A., Kalb, N., Rempe, G. & Ritter, S. *Nature* **508,** 237–240 (2014).
3. Tiecke, T. G. *et al. Nature* **508,** 241–244 (2014).
4. Duan, L.-M. & Kimble, H. J. *Phys. Rev. Lett.* **92,** 127902 (2004).
5. Wang, B. & Duan, L.-M. *Phys. Rev. A* **72,** 022320 (2005).

علم البيئة

الجفـاف في حــوض الكونغو

كشف تحليل بالاستشعار عن بُعْد للغابات الاستوائية في حوض الكونغو التي تواجه جفافًا مُزمنًا، وجود أنماط متناسقة من تراجع اخضرار الغطاء النباتي، وزيادة درجات الحرارة، وتقلُّص قدرة تخزين المياه.

جيفري كيو. تشامبرز، و دار إيه. روبرتس

تُعتبر استجابة الغابات الاستوائية للجفاف موضوعًا يحظى بالكثير من الأبحاث والاهتمام من قِبَل العامة وصناع السياسات معًا، كما تم تحديده كأحد نقاط التحول في النظام المناخي للكرة الأرضية[1]. للجفاف في المناطق الاستوائية عناصر موسمية ومرحلية ومزمنة، ورغم أن الأحداث الموسمية والمرحلية للجفاف في غابات الأمازون الاستوائية تمت دراستها بتوسع[2-8]، فإن حالات الجفاف المزمنة حظيت بقدر أقل من الاهتمام غالبًا بسبب التحديات التي تتضمنها عملية الكشف عن أنماط الجفاف طويل الأمد[9]. في العدد الصادر في الأول من مايو الماضي من دوريّة *Nature*، الطبعة الإنجليزية، قام شو وزملاؤه[10] بإحداث توسع كبير في برنامج أبحاث الغابات الاستوائية عن طريق التركيز على الجفاف المزمن في حوض الكونغو في أفريقيا، وهي منطقة لم تحظ بأبحاث كثيرة مثل حوض الأمازون.

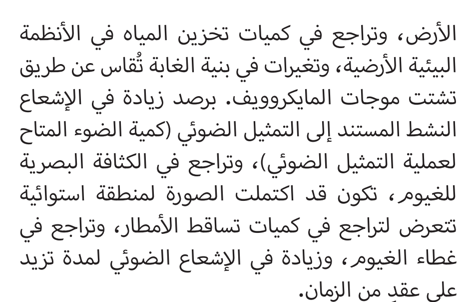
لا يمكن تصنيف العديد من الغابات الاستوائية بأنها غابات "مطيرة تقليدية"، لأنها تتعرض لجفاف موسمي (يتم تعريفه عادة بأنه هطْل أقل من 100 ملليمتر من الأمطار شهريًّا لمدة 1-5 أشهر في السنة). تتكيف الأشجار في تلك الغابات مع الجفاف الموسمي، فلا تسبب الأشهر القليلة من تراجع هطْل الأمطار تأثيرًا كبيرًا على بنية الغابة. وعلى العكس من ذلك.. فإن حالات الجفاف المرحلية، مثل الجفاف الكبير في الأمازون في عامي 2005 و 2010، يمكن أن تدفع أشجار الغابات الاستوائية خارج نطاق التكيف الذي تتحمله، مما يؤدي إلى نسبة موت كبيرة تؤثر على التبادل الجوي بين الكربون والمياه والطاقة[4-6]. ورغم ذلك.. إذا كان الفارق الزمني بين هذه الأحداث المرحلِيّة طويلًا، تتعرض الغابات لتغيرات بسيطة فحسب في المُجمل. وأهم المخاوف التي تواجهها الغابات الاستوائية هي المرتبطة بالجفاف المزمن، أو حالات الجفاف الحادة المتكررة، والتغيرات المناخية نحو حالة جديدة أكثر جفافًا.

يصف شو وزملاؤه دراسة استخدمت بيانات الاستشعار عن بُعْد للجاذبية وموجات الضوء العادي والمايكروويف لتقييم استجابة حوض الكونغو للجفاف طويل الأمد (الشكل 1). يُعتبر تساقط الأمطار السنوي في هذه المنطقة ثنائي النسق، وقد ركز الباحثون على الحد الأقصى الثاني لكميات الهطْل الذي يحدث بين شهري إبريل ويونيو. تكشف بيانات هطْل المطر، ومنها السجلات التاريخية التي تعود إلى عام 1950، والبيانات الأكثر حداثة المستمَدة من مشروع "مهمة قياس هطْل الأمطار الاستوائية"، تراجعًا مستمرًا في كميات تساقط الأمطار منذ عام 1985. كما يشير الباحثون إلى مشاهدات مستمرة من التغيرات البيئية المرافقة لذلك. وقد تم رصد حالات من التراجع في مؤشر الغطاء النباتي المُحَسَّن EVI (مقياس للقدرة على التمثيل الضوئي أو "الاخضرار" يتم الحصول عليه عن طريق مستشعرات القمر الصناعي MODIS)، وتُرافِق ذلك عملية تراجع في العمق البصري للغطاء النباتي (مؤشر على نسبة الغطاء الورقي أو الخشبي من الكتلة الحية)، بالإضافة إلى زيادة في درجة حرارة سطح



MICHAEL FAY/NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE

الشكل 1 | الجفاف طويل الأمد. تواجه الغابات الاستوائية في حوض الكونغو نقصًا مزمنًا ومتزايدًا في المياه.



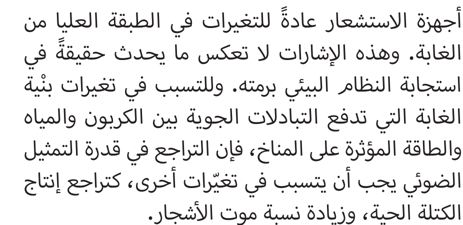
الأرض، وتراجع في كميات تخزين المياه في الأنظمة البيئية الأرضية، وتغيرات في بنية الغابة تُقاس عن طريق تشتت موجات المايكروويف. برصد زيادة في الإشعاع النشط المستند إلى التمثيل الضوئي (كمية الضوء المتاح لعملية التمثيل الضوئي)، وتراجع في الكثافة البصرية للغيوم، تكون قد اكتملت الصورة لمنطقة استوائية تتعرض لتراجع في كميات تساقط الأمطار، وتراجع في غطاء الغيوم، وزيادة في الإشعاع الضوئي لمدة تزيد على عقدٍ من الزمان.

تتناقض حالة التناسق التي أكدتها هذه القياسات عن بُعْد للجفاف في المنطقة، مع القصة الأكثر تعقيدًا في حوض الأمازون، إذ يشير الرصد الميداني[5]، ودرجات حرارة سطح الأرض[11]، وبيانات التشتت الارتدادي للرادار[6]، إلى حدوث تراجع في إنتاجية الأمازون خلال الجفاف الكبير في عام 2005. ومع ذلك.. فإن تحليل مؤشر الغطاء النباتي المُحَسَّن يشير بشكل متكرر إلى حدوث المزيد من الاخضرار خلال حالات الجفاف الكبرى في الأمازون[3,7]، مما يعكس زيادة في الإنتاجية[9]. قادت هذه المشاهدات المتناقضة إلى نقاشات مهمة حول طريقة استجابة الغابات للجفاف، والأخطاء الممكن حدوثها في قياسات مؤشر الغطاء النباتي المُحَسَّن.

مثل هذه الأخطاء تنتج عن حقيقةٍ، مفادها أنه رغم قيام الأنظمة التي تعتمد على الاستشعار البصري عن بُعْد بقياس التغيرات في الانعكاسات السطحية، فإن الإشارة التي تتلقاها أجهزة الاستشعار تتأثر أيضًا بالظواهر الجوية، مثل الغيوم وجسيمات الرذاذ، وكذلك التغيرات في توجيه أجهزة الاستشعار بالنسبة لاتجاه الشمس (ومساحات الظل المرتبطة بها). فإذا كانت الشمس تمامًا خلف جهاز الاستشعار خلال التصوير؛ تكون الظلال أقل ما يكون، ثم تزداد مع زيادة الزوايا بين الشمس وجهاز الاستشعار. مثل هذه التغيرات في هندسة مواقع الشمس وأجهزة الاستشعار تقود إلى تفسيرات خاطئة للتغيرات في قوة الإشارة والاستجابة للجفاف. على سبيل المثال.. ظهر أن مؤشر الغطاء النباتي المُحَسَّن يبدو حسّاسًا بشكل كبير تجاه زيادة انعكاس الغابة، ولكنه غير متأثر بالتغيرات في مساحة الأوراق الخضراء في الغابة[2]، ويمكن تكرار التغير في مؤشر الغطاء النباتي المُحسَّن عن طريق تغيرات موسمية في هندسة مواقع الشمس وأجهزة الاستشعار[12].

هناك عدة عوامل يمكن أن تسهم في التباين بين مشاهدات شو وزملائه في حوض الكونغو، والتقارير المثيرة من حوض الأمازون. أحد المؤثرات الممكنة هو مدة حالة الجفاف، حيث درس شو وزملاؤه حالة جفاف مزمنة وحادة بشكل متزايد، بينما يبقى التساؤل عمّا إذا كان الأمازون سيشهد أيضًا حالة جفاف طويلة الأمد مطروحًا[9]. وعلى كل حال، فالتحليل[8] باستخدام بيانات أفضل لقياس مؤشر الغطاء النباتي المُحَسَّن، وقياس مؤشر التباين الطبيعي للغطاء النباتي، يُظهِر بالفعل حالات واسعة النطاق من الاسمِرار (تقلُّص الغطاء الأخضر) في الأمازون في الجفاف الكبير في عامي 2005 و2010. وتُعتبر هذه المشاهدات متناسقة مع تراجع التشتت الارتدادي لموجات المايكروويف6. لذا.. يبدو من الواقعي أن يكون الأمازون، مثل الكونغو، قد تعرَّض لتغيرات بنيوية واسعة النطاق، نتيجة لحالات الجفاف، ولكنها لم تظهر في قياسات الاستشعار عن بُعْد، المعرَّضة للخطأ.

هناك سؤال آخر مهم: ما الذي يحدث حقًا في الغابة لِيُسبِّب مثل هذه الإشارات التي تُقاس عن بُعْد؟ تستجيب



أجهزة الاستشعار عادةً للتغيرات في الطبقة العليا من الغابة. وهذه الإشارات لا تعكس ما يحدث حقيقةً في استجابة النظام البيئي برمته. وللتسبب في تغيرات بنْية الغابة التي تدفع التبادلات الجوية بين الكربون والمياه والطاقة المؤثرة على المناخ، فإن التراجع في قدرة التمثيل الضوئي يجب أن يتسبب في تغيّرات أخرى، كتراجع إنتاج الكتلة الحية، وزيادة نسبة موت الأشجار.

إحدى الاستجابات المتوقَّعة لتوجه الجفاف طويل الأمد هو حدوث حالة انتقالية من الغابات ذات الطبقة العليا المغلقة والكتلة الحيوية الكبيرة إلى الغابات ذات الكتلة الحيوية الأقل والأكثر انفتاحًا، وبيئات السافانا، إلا أن عتبة ضغط المياه، ونقص الكربون، وزيادة درجات الحرارة، وزيادة العجز في ضغط البخار الجوي، التي تحدث عندها هذه التحولات ليست مفهومة بشكل تام[13].

لا تقتصر الاستجابة للجفاف فقط على تأثيرات الطبقة العليا من الغابات، فهناك أدوات أخرى مطلوبة، مثل قياسات النتح البخاري من أعلى، ومجمل إنتاجية النظام البيئي[14]، وكذلك الأبحاث الميدانية للعمليات المحورية في النظام البيئي[15]، للحصول على تقييم شامل لتأثيرات الجفاف على صافي التدفق ما بين الغابة والغلاف الجوي.

وبناءً عليه، فإن عدم وجود بيانات مستمَدّة من سطح الأرض للتحقق من صحة الإشارات المستمدة عبر الاستشعار عن بُعْد هو عقبة مهمة أمام قدرتنا على تفسيرها. ويتطلب الحصول على هذه البيانات بحثًا ميدانيًّا مستفيضًا باستخدام مجموعة من المنهجيات على مستويات مختلفة. ومع استمرار احترار المناخ، سيصبح التحديد الكمي لتأثيرات الجفاف على الغابات أكثر أهمية، ولذا.. يجب تصميم تقنيات الاستشعار المدعومة بقياسات أرضية بأفضل طريقة تساعدنا على فهم تطوّر نماذج المنظومات الأرضية. ■

جيفري كيو. تشامبرز يعمل في قسم الجغرافيا، جامعة كاليفورنيا، بيركلي، كاليفورنيا 94720-4740، الولايات المتحدة الأمريكية.

دار إيه. روبرتس يعمل في قسم الجغرافيا، جامعة كاليفورنيا سانتا باربرا، سانتا باربرا، كاليفورنيا 93106-4060، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: jqchambers@berkeley.edu

1. Lenton, T. M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 1786–1793 (2008).
2. Galvão, L. S. *et al. Remote Sens. Environ.* **115,** 2350–2359 (2011).
3. Huete, A. R. *et al. Geophys. Res. Lett.* **33,** L06405 (2006).
4. Marengo, J. A., Tomasella, J., Alves, L. M., Soares, W. R. & Rodriguez, D. A. *Geophys. Res. Lett.* **38,** L12703 (2011).
5. Phillips, O. L. *et al. Science* **323,** 1344–1347 (2009).
6. Saatchi, S. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 565–570 (2013).
7. Samanta, A. *et al. Geophys. Res. Lett.* **37,** L05401 (2010).
8. Xu, L. *et al. Geophys. Res. Lett.* **38,** L07402 (2011).
9. Brando, P. M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 14685–14690 (2010).
10. Zhou, L. *et al. Nature* **509,** 86–90 (2014).
11. Toomey, M., Roberts, D. A., Still, C., Goulden, M. L. & McFadden, J. P. *Geophys. Res. Lett.* **38,** L19704 (2011).
12. Morton, D. C. *et al. Nature* **506,** 221–224 (2014).
13. McDowell, N. G. *et al. Trends Ecol. Evol.* **26,** 523–532 (2011).
14. Goulden, M. L. *et al. Ecol. Appl.* **14** (suppl.), 42–54 (2004).
15. Hutyra, L. R. *et al. J. Geophys. Res. Biogeosci.* **112,** G03008 (2007).

NATURE

خمسون عامًا مضت

"تروية خارج الجسم لدماغ كلب معزول"- قبل إجراء تقييم دقيق لعملية الأيض الدماغي، وتوزيع السوائل داخل القِحف، ينبغي منع وصول الدم إلى المخ تمامًا، إلا أنه يجب التأكُّد من حيوية الدماغ، والحفاظ على هذه الحيوية، حتى تكون تلك الدراسات هادفة. ولتقليل التعامل مع المواد الموجودة بالدماغ، الشيء الذي قد يضر بتوزيع السوائل داخله وبعملية الأيض الدماغي، فضّلنا ترك المخ داخل الجمجمة خلال عملية التروية. لُوحِظ توقف أغلب الأنشطة القشرية مع نفاد نسبة الجلوكوز بالدم، أما رد الفعل الانعكاسي لكل من القرنية والجفن، فقد بقِيَ حتى بعد توقف النشاط الكهربي القشري، كما استمرت عملية استهلاك الأكسجين والجلوكوز. من واقع خبرتنا، نؤمن بأن النشاط الكهربي القشري هو مؤشر حساس لحيوية الدماغ، وأنه ينقطع قبل تعطل رد الفعل الانعكاسي للقرنية والجفن، وقبل توقف عملية الأيض، بفترة طويلة. في هذه التجربة أثبتنا أن ذلك النشاط يبقى مستمرًّا في مخ الكلب لعدة ساعات، بعد الفصل التام للرأس.

من دوريّة "نيتشر" 25 إبريل 1964

مئة عام مضت

أنهى مجلس اللوردات القراءة الثانية لمشروع قانون أُعِدّ لحظر إجراء التجارب على الكلاب في يوم الجمعة، الموافق السابع عشر من إبريل الماضي، بموافقة أغلبية اثنين وأربعين عضوًا. وصرحت مصادر حكومية بأن هناك تعديلًا سيتم طرحه على اللجنة؛ لإلغاء ذلك الحظر المقترح، والسماح بإجراء التجارب على الكلاب في الحالات التي يتعذر فيها وجود حيوانات أخرى فقط. وقبل أن تُجرى القراءة الثانية، تَقدَّم أكثر من ثلاثمئة من أبرز الأطباء والجراحين والباحثين العلميين بمذكرة مُوَقَّعة وموجَّهة إلى وزير الداخلية، يبدون فيها اعتراضهم على الحظر المقترح.

من دوريّة "نيتشر" 23 إبريل 1914

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 10 إبريل 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 10 إبريل من دَوْرِيَّة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة مركب بكتيري حاصد للضوء

تحوِّل كائنات البناء الضوئي طاقة ضوء الشمس إلى شكل يمكن للخلايا استخدامه. ومؤخرًا، حلَّ كونيو ميكي وزملاؤه أول بنية قرب المستوى الذري لمركب مركز تفاعل هوائي بكتيري كامل حاصد للضوء (LH1/RC)، مقيد بأيونات الكالسيوم ومختلف العوامل المساعدة. تشكل وحدات LH1 حلقة تحيط بمركز التفاعل، مع عوامل مساعدة من الكلوروفيل البكتيري وحليزنات الزانثين المتموضعة ضمن الحلقة، وأيونات الكالسيوم على الجانب المحيط بالغشاء البلازمي من LH1. تكشف البِنْيَة كيفية نقل الطاقة من الهوائي إلى مركز التفاعل بكفاءة عالية، وتوضح كيفية عبور اليوبيكوينون حاجز LH1 المغلق.

Structure of the LH1–RC complex from *Thermochromatium tepidum* at 3.0 Å

S Niwa *et al*

doi:10.1038/nature13197

علوم الأرض

نماذج جديدة للنمو القارِّيّ

أصبحت مناطق الاندساس (التداخل)، حيث تغوص صفيحة أرضية تحت أخرى، مكتظة عند محاولة هذه المناطق استيعاب قشرة طافية شاذة. يصف لويس موريسي وزملاؤه نماذج عددية جديدة للتراكم القارِّي، التي تعقب العملية برمتها من طور الاصطدام الأولي، عبر فترة من عدم استقرار هامش اللوح، وحتى إعادة إنشاء حافة متقاربة مستقرة. توضح النماذج كيف يتطور تقوُّس مهم للنظام التَّجَبُّلِي orogenic، فضلًا عن آلية هروب تكتوني لمنطقة القوس الخلفي.

Dynamics of continental accretion

L Moresi *et al*

doi:10.1038/nature13033

علوم الكواكب

الدورات الحرارية تشكِّل أسطح الكويكبات

تُغطي أسطح الكويكبات الصغيرة طبقة من الغبار، أو شبه الحصى، تُعرف بالثرى regolith. كانت الرؤية السائدة لتكوينها أنها في معظمها حطام نتج عن تأثيرات أو اصطدامات نيازك مجهرية، لكن هذا التفسير أصبح موضع شك في ضوء مقترح يقول إن مثل تلك التأثيرات ستكون ذات قوة كافية لإلقاء كثير من الحطام بعيدًا عن سطح الكويكب، لا أن ترتد إليه. وفي هذه الدراسة يبرهن ماركو ديلبو وزملاؤه على أن الكلال الحراري هو التفسير الأرجح. وتوضح تجارب تعريض عيِّنات سنتيمترية الحجم من نيازك مورشيسون (CM2)، وصحارى 97210 لسلسلة من دورات درجات الحرارة أنّ مثل تلك الصخور تتفتت بسرعة أكبر عبر التشظي الحراري الناجم عن التباينات الحرارية اليومية، أكثر من كونها ناتجة عن تأثيرات اصطدام نيازك مجهرية.

Thermal fatigue as the origin of regolith on small asteroids

M Delbo *et al*

doi:10.1038/nature13153

المعلوماتية الكمية

عَبْرَ البوابة.. إلى الشبكات الكَمِّيَّة

ظل تطوير بوابة كمية بين بِت كَمِّي بصري ضوئي مُعَجَّل (استقطاب)، وبِت كَمِّي ذري مُفرد محصور (غزلي) هدفًا طويل الأمد في علم المعلومات الكمية. وتلك البوابات مطلوبة لتوائم الحوسبة الكمية مع عدد كبير من البِتات الكمية، وتمد نطاق الاتصالات الكمية مسافات طويلة. ومؤخرًا، أوردت مجموعتان تعملان بشكل مستقل تنفيذًا ناجحًا لمثل تلك البوابات. يعرض جيرهارد ريمبه وزملاؤه بوابة كمية بين بت كَمِّي ذري ليزري محصور، وفوتون مُفرد، حيث ينقلب استقطاب الفوتون معتمدًا تحديدًا على الطور المغزلي للذرة. ويصف ميكايل لوكين وزملاؤه إنجازًا مشابهًا، وهو إحداث بوابة كَمِّيَّة بين ذرة مفردة محصورة قرب بلورة فوتونية، وفوتون مفرد.

A quantum gate between a flying optical photon and a single trapped atom

A Reiserer *et al*

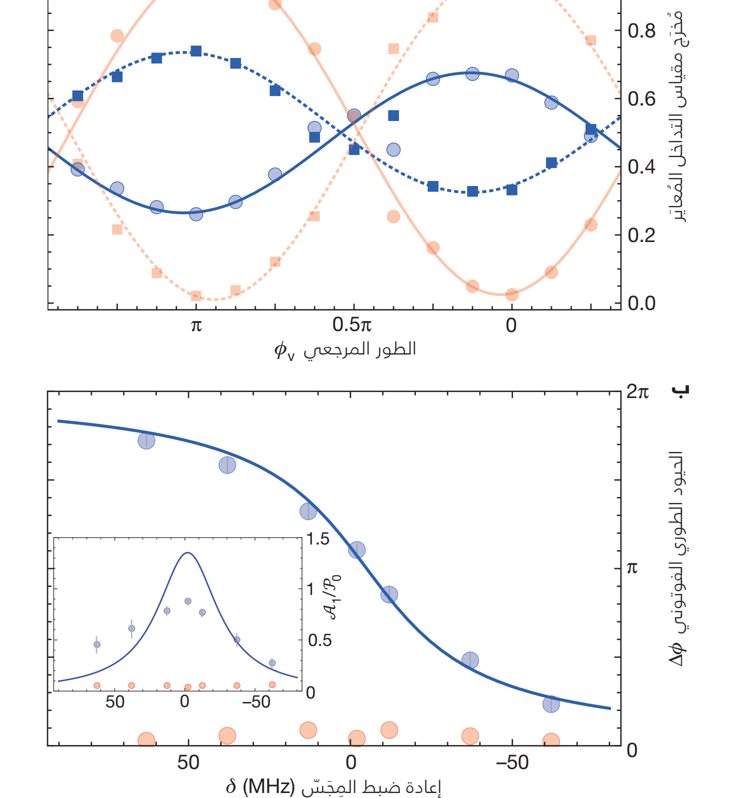
doi:10.1038/nature13177

Nanophotonic quantum phase switch with a single atom

T Tiecke *et al*

doi:10.1038/nature13188

الشكل أسفله | حيود الطور الفوتوني الناتج عن ذرة مفردة. أ، مُخرجات مقياس التداخل المُعايرة مقابل الطور المرجعي، φ_v. الدوائر الزرقاء والمربعات الزرقاء والدوائر الحمراء والمربعات الحمراء تناظر A_1/P_1، D_1/P_1 (مع ذرة) وD_0/P_0، A_0/P_0 (بدون ذرة)، حيث إنّ A، D قوّتان بمنافذ المخرجات و$P= A + D$. تم إجراء القياس قرب قيمة الرنين (δ= -2MHz)، والخطوط هي نوبات جيبيّة ينتج عنها حيود طوري (1.1 ± 0.1) π. الرؤى الهامشية القصوى بذَرَّة وبدون ذَرَّة هي 44% ± 2% و97% ± 1%، على التوالي. **ب،** الحيود الطوري المُقاس مقابل إعادة الضبط في حالة وجود (أزرق) أو غياب (أحمر) الذَّرَّة. يشمل المنحنى مفقودات الفجوة بالمعادلة (1) (المعلومات التكميلية) وتناظر تعاوني η = 7.7 ومقابل صغير (5-MHz) من الرنين الفراغي الحر. تظهر الصورة المُرفقة A_1/P_0 عند $\varphi_v= \pi$. الخط المصمت هو القيمة المتوقعة لمعاملات النموذج نفسه، كما في الشكل الرئيس. ينشأ الارتفاع المتوقع في الانعكاس في وجود ذَرَّة (P_1/P_0> 1)، لأن الذرة تختزل إلى سعة المجال بـ(المعلومات التكميلية). نلاحظ في تجربتنا أنّ P_1/P_0≈ 1.2. أعمدة الخطأ هي عدم اليقين الإحصائي 1σ.



البيولوجيا الجزيئية

مركّب ZMYND11 يضع بصمته لكَبْح الورم

تحدد هذه الدراسة كاسيت (-PHD bromo-PWWP) لمركب ZMYND11 المرشح كابحًا للورم، باعتباره "قارئًا" محددًا لثلاثي المثيلة K36 على متغاير الهيستون H3.3. ويبدو أن ZMYND11 يتراكم على أجسام الجينات خلال النسخ، ويؤدي وظيفته في تحوير استطالة النسخ. وتكشف التجارب البنيويّة والجينوميات خصائص تقييد الكروماتين لكابح الورم ZMYND11، وظهر أنه مهم لكبح نسخ الجينات المرتبطة بنمو الخلايا السرطانية.

ZMYND11 links histoneH3.3K36me3 to transcription elongation and tumour suppression

H Wen *et al*

doi:10.1038/nature13045

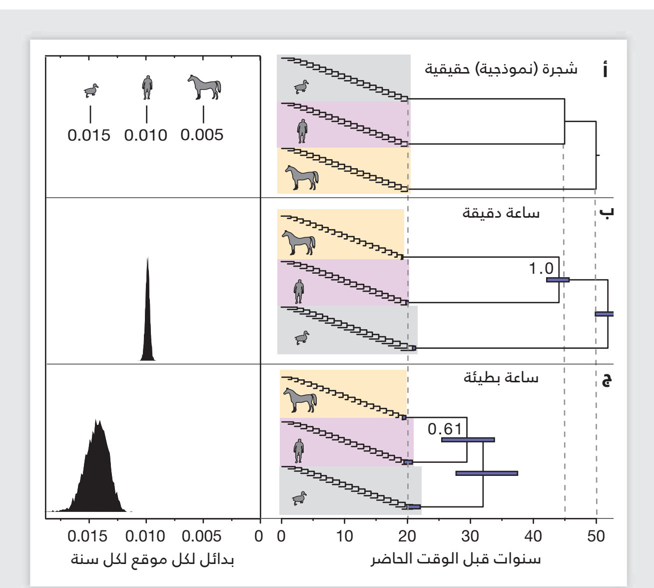
ناقلة الـ(NNMT) هدف علاجي للسكري

إنّ ناقلة ميثيل–*N* نيكوتيناميد (NNMT)، إنزيم يمثيل نيكوتيناميد (فيتامين B3) باستخدام S– أدينوزيلمثيونين كمانح للميثيل، توجد في الأنسجة الشحمية بمستويات مرتفعة، وتزداد في بعض السرطانات والأمراض العصبية التنكسية، وأمراض البدانة، ومرض السكري .أوردت باربرا كاهن وزملاؤها أن إنزيم ناقلة الميثيل-*N* نيكوتيناميد مرتفع في الأنسجة الشحمية والكبد عند الفئران البدينة والمريضة بالسكري. وتعطيل ناقلة الميثيل-*N* نيكوتيناميد بالأنسجة الشحمية يحمي من البدانة الناجمة عن الغذاء وعواقبه الأيضية، كعدم تحمل الجلوكوز والكبد الدهني. يؤدي تثبيط ناقلة الميثيل-*N* نيكوتيناميد في الخلايا الشحمية إلى استهلاك ركائز التمثيل الغذائي، مقترنًا بزيادة إنفاق الطاقة، مما يؤدي إلى زيادة انخفاض الشحوم. تحدد هذه النتائج إنزيم ناقلة الميثيل-*N* نيكوتيناميد هدفًا محتملًا لعلاج البدانة والنوع الثاني للسكري.

Nicotinamide *N*-methyltransferase knockdown protects against diet-induced obesity

D Kraus *et al*

doi:10.1038/nature13198



الأحياء المجهرية

تاريخ فيروس إنفلونزا الطيور

ظلت عوامل ظهور فيروسات الحمض النووي الريبي، مثل فيروس إنفلونزا(أ)، كأخطار تهدد صحة الإنسان غير مفهومة تمامًا. وهنا، قدَّم مايكل ورويبه وزملاؤه نهجًا جديدًا لتتبُّع تطور فيروس إنفلونزا الطيور. يدمج نموذجهم للساعة المحلية الخاصة بالمضيف معدلات مستقلة للتطور الجزيئي لمختلف السلالات الفيروسية المضيفة. ويشير التحليل الفيلوجينومي إلى تاريخ تطوري متسق عبر جميع القطاعات الجينومية، ويحدد سلالة فيروس إنفلونزا(أ) H7N7 الخيلي، باعتبارها كليد شقيق لسلالات من الطيور – ومن البشر، والخنازير، وسلالة H3N8 الخيلية – تتقاسم سلفًا مشتركًا في القرن التاسع عشر. وقد أسهمت سلالة فيروس إنفلونزا الطيور الناجمة بنصف الأرض الغربي لاحقًا في معظم القطاعات الجينومية لفيروس وباء 1918، وبشكل مستقل في سلالة فيروس إنفلونزا(أ) H3N8 الجارفي (سريع الانتشار بين الحيوانات) الخيلي لسنة 1963.

A synchronized global sweep of the internal genes of modern avian influenza virus

M Worobey *et al*

doi:10.1038/nature13016

الشكل أعلاه | أداء نماذج ساعات مختلفة على بيانات المحاكاة. أ، شجرة نموذجية تستخدم لمحاكاة بيانات النوكليوتيد، مع تمثيل أطوال الفروع بوحدات الزمن. تظهر المعدلات المحددة بالمضيف لأنساب 'الخيل'، و'الطيور' و'البشر' إلى يمين الشجرة. **ب،** شجرة ارتفاعات العقدة الوسيطة (MCC) لتكرارات المحاكاة رقم 1 تحت نموذج ساعة دقيق. تظهر فترة 95% الموثوقة لكل عقدة زمنية بالبار، ويشار إلى الاحتمال اللاحق لعقدة في المجموعة. **ج،** شجرة ارتفاعات العقدة الوسيط MCC تحت نموذج ساعة مسترخ.

بروتين MTH1 هدف مرتبط بجين *Ras*

ترتبط طفرات الجين الورمي *Ras* بسوء المآل. ومن المعلوم أن فرط تعبير MTH1، (بروتين منخرط في منع إدماج القواعد التالفة بالحمض النووي)، يمنع الشيخوخة التي يستحثها جين Ras الورمي. وعند السعي لفهم كيف تعزِّز النوكليوتيداتُ منقوصة الأكسجين (dNTPs) التالفة السرطان، وجد توماس هليديه وزملاؤه أن نشاط MTH1 أساسي لبقاء الخلايا المحورة وراثيًّا، وعزلوا جزيئين صغيرين من مثبطات MTH1، هما TH287، وTH588. وفي وجود مثبطات إنزيم الهيدرولاز هذه، تدمج النيوكليوتيدات التالفة في الحمض النووي بالخلايا السرطانية فقط، مما يسبب سُمِّيّة خلوية، ويستخرج استجابة مفيدة في نماذج سرطان الطعم الأجنبي في الفئران. وفي دراسة ثانية، سعى جوليو سوبرتي فورجا وزملاؤه لتحديد هدف لجزيء صغير، هو SCH51344، تم تطويره لاستخدامه ضد سرطانات تعتمد على جين *Ras* الورمي، ووجدوا أنه يعطل نشاط بروتين MTH1. أتاح لهم هذا تحديد مثبط جديد قوي لبروتين MTH، الذي هو enantiomer انتقائي المصاوغ المرآتي (S)–كريزوتينيب. وفي وجود هذا العقار، كُبِح نمو الورم في نماذج حيوانية لسرطان القولون.

MTH1 inhibition eradicates cancer by preventing sanitation of the dNTP pool

H Gad *et al*

doi:10.1038/nature13181

Stereospecific targeting of MTH1 by (S)-crizotinib as an anticancer strategy

K Huber *et al*

doi:10.1038/nature13194

الوراثة

الاختلاف الجيني في الجينوم البشري

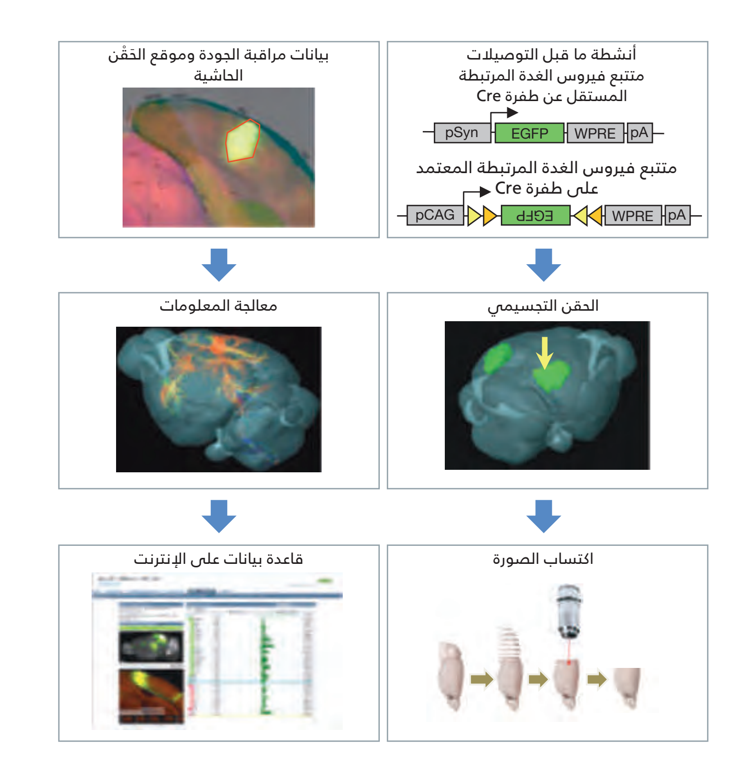
رغم ظهورها كثيرا في الكائنات النموذجية والأنواع المدجنة، هناك أمثلة قليلة جدا على 'الروكبة' ـ كبْت صفات جينية بفعل جين آخر ـ حيث ثبت في البشر اعتماد تأثير أحد تعدد الأشكال في صفة ما على تعددات الأشكال الأخرى الموجودة في الجينوم. وباستخدام حسابات متقدمة، وتصميم دراسة التعبير الجيني، وجد هؤلاء الباحثون مئات الأمثلة على الروكبة بين تعدد أشكال مفردة النيوكليوتيد (SNP) الشائع في البشر. وأظهروا أن الروكبة واتجاه تأثيرها يتكرر في أفواج مستقلة. وظهر أن شبكات الروكبة المكونة من ثلاثة أو أكثر من تعددات الأشكال مفردة النيوكليوتيد تؤثر في مستويات تعبير جينات عديدة، حيث يتم تضمين أحد تعدد الأشكال مفردة النيوكلوتايد مقرونة الفعل (*cis*-acting) بواسطة الكثير من تعدُّد الأشكال مفردة النيوكليوتيد مفروقة الفعل (*trans*-acting).

Detection and replication of epistasis influencing transcription in humans

G Hemani *et al*

doi:10.1038/nature13005

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



علم الأعصاب

موارد جديدة لتعيين شبكة توصيلات الدماغ

مع دخول مبادرة الرئيس باراك أوباما BRAIN ـ أي (أبحاث الدماغ بتعزيز التقنيات العصبية المبتكرة) ـ عامها الثاني، نشرت دورية "نيتشر" مؤخرًا دراستين مهمّتين تحشدان موارد علمية كبرى لهذه المسألة. قدم هونجكوي زينج وزملاؤه أول كونِّكتوم «خريطة أو شبكة كافة الوصلات المشبكيّة» connectome متوسطة النطاق على مستوى الدماغ، لنوع ثديي ـ فئران مختبر ـ بناءً على تتبع لإسقاط المحاور العصبية، محدَّد بنوع الخلية. كان مخطط وصلات الجهاز العصبي كله متاحًا منذ فترة طويلة للديدان الأسطوانية الصغيرة، لكن ظلت بيانات الوصلات العصبونية لحيوانات أكبر غير مكتملة حتى وقت قريب. إنّ أطلس وصلات دماغ فأر Allen الجديد ثلاثي الأبعاد، (مجموعة وصلات كامل الدماغ)، سيتيح تبصرًا بكيفية تواصل مناطق الدماغ. كما ستكون غالبية البيانات التي تولدت في هذا المشروع مهمة لبحث الشبكات العصبية البشرية، وينبغي أن تساعد في توسيع فهمنا لوصلات دماغ الإنسان، ودورها في اضطرابات الدماغ. وفي تقرير منفصل، قدَّم إد لاين وزملاؤه أطلسًا نسخيًّا للدماغ البشري في منتصف الحمل، مع استبانة حيِّزيّة عالية، بناءً على تشريح ليزري مجهري، وتقنية مجموعات الحمض النووي المجهرية. يتم تحديد بنية ووظيفة الدماغ البشري غالبًا عبر عمليات نسخية سابقة للولادة، تبدأ التعبير الجيني، لكن فهمنا لنمو (تطور) الدماغ كان محدودًا. تُظْهِر مجموعة البيانات الجديدة توقيعات نسخية لعمليات التطور (النمو) المرتبطة بالتوسع الهائل لقشرة المخ الجديدة خلال التطور البشري، وتقترح مناطق قشرية جرثومية أو عصبونات جديدة تالية للانقسام الميتوزي كمواقع تعبير ديناميكي لجينات كثيرة مرتبطة بالاضطرابات العصبية أو النفسية.

Transcriptional landscape of the prenatal human brain

J Miller *et al*

doi:10.1038/nature13185

A mesoscale connectome of the mouse brain

S Oh *et al*

doi:10.1038/nature13186

الشكل أعلاه | إنشاء أطلس وصلات الدماغ. أ، مسار توليد البيانات ومعالجة التوصيلات. QC: مراقبة الجودة.

بيولوجيا النُّظُم

توتر الأكسجين في نخاع العظام الحيّ

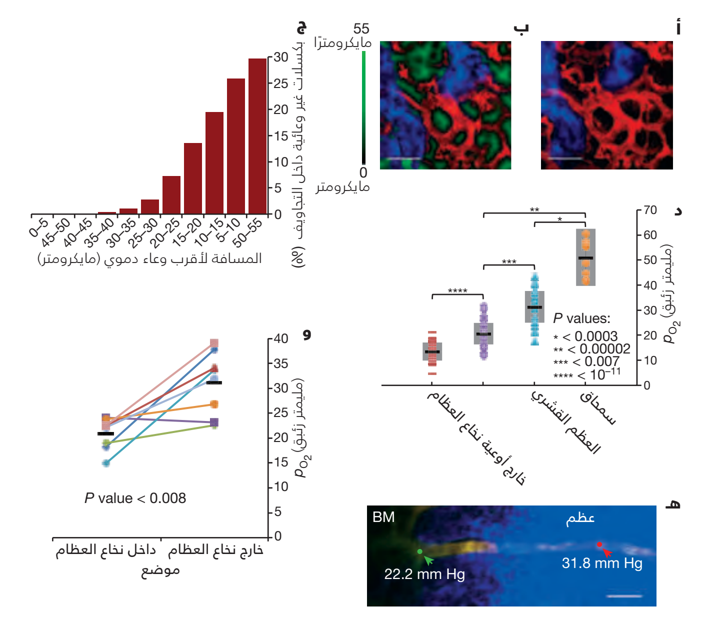
يشيع اعتقاد بأن توتر انخفاض الأكسجين (نقص الأكسجة) سِمَةٌ مميزة مشتركة في الحفاظ على السكون في أنواع خلايا جذعية عديدة، لكن تركيز الأكسجين المحلي ـ في نخاع العظام مثلًا ـ لم يتم قياسه مباشرة أبدًا. ومؤخرًا، طوَّر تشارلز لين وزملاؤه طريقةً مجهرية ثنائية الفوتون؛ لقياس توتر الأكسجين المحلي المطلق (pO_2) في نخاع الحيوانات الحية. وباستخدام هذه الطريقة، وُجِد أنه بينما كانت كثافة الأوعية الدموية عالية في جميع أنحاء نخاع العظام، كانت الأكسجة الكلية منخفضة جدًّا، وليس هناك تجانس في الأكسجين المحلي المطلق بالنسبة إلى نوع الوعاء الدموي وموضعه. وعلى سبيل المثال.. كانت المفاجأة أن منطقة بطانة العظم لم تكن الأقل في توتر الأكسجين المحلي المطلق. وبعد العلاج الكيميائي أو الإشعاعي، يصبح توتر الأكسجين المحلي المطلق في نخاع العظام مرتفعًا، والخلايا المزروعة المنتجة للدم الجذعية/السلف لا تسعى للمناطق ذات أدنى توتر للأكسجين المحلي المطلق للتوجيه الذاتي.

Direct measurement of local oxygen concentration in the bone marrow of live animals

J Spencer *et al*

doi:10.1038/nature13034

الشكل أسفله | كثافة الأوعية الدموية لنخاع العظام والأكسجة. أ، صورة لأقصى كثافة حيوية داخلية (سمك 75 مايكرومترًا) لنخاع العظام القبي في الفأر تظهر الأوعية الدموية (أحمر) صبغة الأوعية الدموية Qtracker 655) والعظام (أزرق وكولاجين الجيل التوافقي الثاني SHG). **ب،** المستوى المتناظر المفرد لكومة التصوير الحيوية الداخلية ثلاثية الأبعاد تظهر الأوعية الدموية (حمراء)، عظام الجيل التوافقي الثاني (زرقاء)، قياس المسافة الإقليدية ثلاثية الأبعاد (EDM، أخضر) إلى أقرب جدار وعاء دموي لكل بكسل خارج الأوعية في نخاع العظام. **ج،** الرسم البياني لجميع قياسات المسافات الإقليدية من كامل كومة التصوير ثلاثية الأبعاد. **د،** الأكسجين المحلي المطلق (Po_2) لنخاع العظم أقل بكثير مقارنة بالأكسجين المحلي المطلق (Po_2) في أوعية العظام السمحاقية والقشرية. كل نقطة تمثل قياس الأكسجين المحلي المطلق (Po_2) في وعاء دموي منفصل أو وضع فراغي (n= 8، 21، 55، 40) موقع وعاء دموي/ سِمحاق، غشاء عظم، عظم قشري، داخل أوعية نخاع العظم وخارج أوعية نخاع العظام، على التوالي، من 8 فئران). يظهر المتوسط (الخط الأسود) ± الانحراف المعياري (s.d.؛ المربع المظلل) لكل مجموعة بيانات. **هـ،** مونتاج صورة إسقاط أقصى كثافة للأوعية الدموية الداخلة للنخاع العظمي من العظام. عظام (زرقاء) وأوعية دموية (صفراء) رسمت مع الجيل التوافقي الثاني ورودامين B-دكستران/ PtP-C343 الاستشعاعي، على التوالي. السهمان يشيران لمواقع قياسات الأكسجين المحلي المطلق (Po_2) قبل وبعد دخول الوعاء الدموي إلى النخاع العظمي. **و،** انخفاض الأكسجين المحلي المطلق (Po_2) لدى تتبع بامتداد الأوعية الفردية عند الدخول إلى النخاع العظمي (n= 8 أوعية دموية من 4 فئران). يظهر المتوسط (الخط الأسود) لكل مجموعة بيانات. قياس البار، 100 مايكرومتر.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



غلاف عدد 17 إبريل 2014
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 17 إبريل من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الأحياء المجهرية

مضاد فيروسي فاعل ضد فيروس الإيبولا

يمكن أن تسبِّب فيروسات العائلة الخيطية (*Filoviridae*) حمى نزفية حادة في البشر والرئيسيات (أشباه البشر). ومعدلات الوفيات مرتفعة للغاية، ولا توجد حاليًا أي لقاحات أو عقاقير مرخصة لعلاج أمراض الفيروسات الخيطية. وهنا يورد سينا بافاري وزملاؤه اكتشاف جزيء صغير لمثبط بوليميريز فيروسي له نشاط مضاد للفيروسات في المختبر، وفي الجسم الحي ضد الفيروسات شديدة الإمراض، بما في ذلك الفيروسات الخيطية كفيروس إيبولا وفيروس السودان. والمركب BCX4430 هو نظير أدينوزين يعمل خاتِمًا غير ملزم للسلسلة. ويتم إعطاء الدواء إما بواسطة الفم، أو الحقن في العضل. ويمكن للمركب أن يحمي قرود مكاك الرباح تمامًا من حمى الإيبولا.

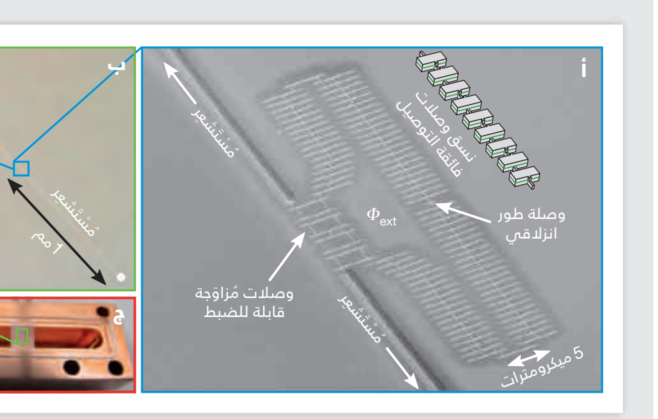
Protection against filovirus diseases by a novel broad-spectrum nucleoside analogue BCX4430
T Warren *et al*
doi:10.1038/nature13027

الكيمياء العضوية

تخليق مراكز التجسيم الرباعية التماثليّة

يُعدّ مركز التجسيم الرباعي ـ ذرات كربون مرتبطة بأربعة بدائل كربونية متمايزة ـ نموذجًا بنيويًّا مكرَّرًا شائعًا في منتجات طبيعية ومستحضرات دوائية عديدة. ويبقى بناء تلك المركبات بطريقة انتقائية تماثلية تحديًا صعبًا لعلماء الكيمياء العضوية التخليقية. وفي هذه الدراسة، يصف الباحثون تفاعلًا حفّازًا انتقائيًّا تماثليًّا بين الجزيئات من نوع "هِك" Heck-type ، يوفر وصولا مباشرًا لمركبات كربونيل بيتا-أريل، أو جاما-أريل، أو سيجما-أريل، أو إبسيلون-أريل، أو زيتا-أريل الرباعية لكل الكربون المستبدل. والطريقة الموصوفة مرنة، وتتيح وصولًا لوحدات بناء متنوعة تحتوي على مركز رباعي مخصّب انتقائي تماثلي.

Enantioselective construction of remote quaternary stereocentres
T Mei *et al*
doi:10.1038/nature13231



الفيزياء الكمية

تبدُّد أشباه الجسيمات في وصلة جوزيفسون

تؤدي وصلات جوزيفسون ـ المكونة من موصِّلين فائقين متصلين برابط ضعيف ـ دورًا محوريًّا في تطبيقات الإلكترونيات الكمية، كما في كواشف المجال المغناطيسي الحساسة والمعالجة فائقة السرعة، وشبكات المعلومات الكمية، لكن لم يتم التيقن من تنبؤ أساسي يخص تأثير جوزيفسون. والمعلوم أن التيار المتدفق عبر وصلة جوزيفسون يتكون من أزواج كوبر فائقة التوصيل، فضلًا عن استثارات تُدعى أشباه الجسيمات، تُسهم بعدة طرق مختلفة. وأحد الإسهامات يسبب التبديد، لكن يمكن كبحه نظريًّا بواسطة ضبط فرق الطور بين الموصلات الفائقة. وقد أُنجز ذلك تجريبيًّا. أنشأ يوان بوب وآخرون بِتًّا كميًّا يتألف من وصلة جوزيفسون. ولوحظ أن زمن تراخي الطاقة لهذا البِت الكمي يزداد ضعفين، نتيجة كبح تبدد أشباه الجسيمات. وتؤكد هذه النتيجة على وجود ظاهرة كمية أساسية، تم التنبؤ بها منذ أكثر من خمسين عامًا.

Coherent suppression of electromagnetic dissipation due to superconducting quasiparticles
I Pop *et al*
doi:10.1038/nature13017

الشكل أعلاه | إعداد التجربة. أ، صورة شعاع إلكتروني لبِت كمي من عنصر فلكسونيوم fluxonium. الرسم التخطيطي بالزاوية العلوية اليسرى هي نموذج ثلاثي الأبعاد لنسق الوصلة. صُنعت وصلات $Al/AlO_x/Al$ باستخدام تبخير مزدوج الزاوية بلا جسور. جهاز التداخل الكمي فائق التوصيل (SQUID). **ب،** صورة بصرية للمُستشعِر وفي الوسط بِت فلكسونيوم الكمي. **ج،** صورة فوتوغرافية لعينة من رقاقة الياقوت الأزرق داخل فجوة النحاس (حامل العينة). **د،** مخطط كهربي لاقتران بِت فلكسونيوم الكمي بخطوط مُدخل–مُخرَج موجات المايكروويف.

الوراثة

المشهد الوراثي لمتلازمة داون

يُعتقَد أن متلازمة داون تحدث بسبب اضطرابات التعبير الجيني، وبالتالي يتطلب فهم الآليات الجزيئية الكامنة وراء النمط الظاهري فَهْمًا لاختلافات الترانسكربتوم في خلايا وأنسجة تحمل التثلث الصبغي (الكروموزومي) الكلي أو الجزئي للكروموزوم 21 النموذجي في هذه الحالة. وهذه الدراسة لترانسكربتوم الخلايا الجنينية لتوائم أحادية الزيجوت (توائم البويضة الواحدة) متباينة التثلث الصبغي 21 تُظْهِر أن التعبير التبايني بين التوائم يتم تنظيمه في النطاقات بامتداد كافة الكروموزومات. ونطاقات سوء تنظيم التعبير الجيني هذه محفوظة في نموذج متلازمة داون لدى الفئران، وترتبط بالنطاقات المتصلة بالصفيحة ونطاقات التضاعف. وفي حين أن طوبولوجيا الجينوم الإجمالية لم تتبدل في خلايا التثلث الصبغي، يورد الباحثون تعديلات في بيئة الكروماتين؛ تؤثر في إجمالي الترانسكربتوم، وتشير إلى أن نطاقات سوء تنظيم [التعبير الجيني] التي حددوها قد تسهم بالتالي في بعض أنماط متلازمة داون الظاهرية.

Domains of genome-wide gene expression dysregulation in Down's syndrome
A Letourneau *et al*
doi:10.1038/nature13200

بيولوجيا النبات/الوراثة

استهداف الينقول بالـmiRNAs النباتية

في النبات النموذجي، أرابيدوبسيس، يمكن إسكات العناصر القابلة للنقل عمومًا بمثيلة الحمض النووي. هنا، يصف روبرت مارتينسن وزملاؤه آلية إسكات بديلة. يحدث الاستهداف في غياب مثيلة الحمض النووي، ويولد أحماضا نووية ريبية متداخلة قصيرة بطول 21 نوكليوتيدًا لكل منها – يسميها الباحثون 'easiRNA' اختصارا للحمض النووي الريبي المتداخل الصغير المنشّط لاجينيًا – من النوع الذي لوحظ سابقًا في حبوب اللقاح. آلاف الينقولات (الترانسبوزونات) transposons مستهدفة بما لا يقل عن 50 حمضًا نوويًا ريبيًا مجهريًّا (miRNAs)، ومعظمها محفوظة في تطور النبات. يرى الباحثون أن النشوء أو التخليق الحيوي للحمض النووي الريبي المتداخل الصغير المنشّط غير جيني، والمُوَجَّه بالحمض النووي الريبي المجهري يستهدف تحديدًا مستنسخات الينقول عندما يعاد تنشيطها بشكل غير جيني خلال إعادة برمجة الخط الجرثومي.

miRNAs trigger widespread epigenetically activated siRNAs from transposons in *Arabidopsis*

K Creasey *et al*

doi:10.1038/nature13069

علم المناعة

تحديد سلائف الخلايا الليمفاوية الفطرية

إن معرفة مسارات التطور وعلاقات النسب من الأسلاف إلى الخلايا الليمفاوية الفطرية مهمة، لأن هذه الخلايا تخدم وظائف حمائية أساسية في العدوى والتوازن عند الحواجز المخاطية، بسبب التواصل المتبادل مع الظهارة ومجهريات البقعة. تحدد هذه الدراسة سلفًا مشتركًا مشتقًّا من سلف ليمفاوي ملتزم بسلالات الخلايا اللمفاوية الفطرية (ILC). وخلايا السلف ـ المسماة أسلاف نسب الخلية اللمفاوية الفطرية (ILCPs) ـ تستبعد الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) الكلاسيكية، والخلايا المحفزة للأنسجة الليمفاوية، مما يُظْهِر أن برامج وظيفية مماثلة تنشأ بشكل مستقل في الأنساب المختلفة من الخلايا الليمفاوية الفطرية. وتقتضي النتائج أيضًا وجود أنساب ليمفاوية فطرية عالية التخصص ضمن ما اعتُبِر سابقًا بمثابة تجمعات أوسع نطاقًا للخلايا القاتلة الطبيعية.

A committed precursor to innate lymphoid cells

M Constantinides *et al*

doi:10.1038/nature13047

البيولوجيا التخليقيّة

دارات حيوية مهندَسة تتحمل الضجيج

يتمثل أحد تحديات البيولوجيا التخليقية الرئيسة في دمْج الوحدات التنظيمية الفردية في دارات أكبر في بيئة خلوية صاخبة ومترابطة للغاية. وقد عالج جيف هيستي وزملاؤه هذه المشكلة بتجنيد نظام انحلال بروتين الخلية المضيفة؛ لمزامنة الدّارات الوراثية؛ والحصول على فترات تأخير أقصر كثيرًا من تلك التي أُنجِزت بالاقتران المعتمد على النسخ، ثم قاموا بتطبيق هذا المخطط الهندسي ما بعد الترجمة؛ لمزامنة الساعات الخلوية، وتمكين المستعمرات البكتيرية من الاستجابة لمنبهات بيئية مستقلة في تعدد إرسال التردد (مضاعفة التردد).

Rapid and tunable post-translational coupling of genetic circuits

A Prindle *et al*

doi:10.1038/nature13238

علوم المناخ

تأرجُح المناخ شمالًا وجنوبًا بين رطب وجاف

أظهرت بحوث سابقة تناولت ترسبات الكهوف بالمناطق المدارية وشبه المدارية ـ تشكيلات الكهوف مثل الهوابط والصواعد ـ أن الهجرة المتعلقة بخط العرض (شمالًا وجنوبًا) لمنطقة التجمع بين مداري السرطان والجدي (ITCZ) تميل إلى إنتاج زيادة في هطْل الأمطار بأحد نصفي الأرض، بينما يصبح النصف الآخر جافًّا. لم يكن واضحًا ما إذا كانت هذه الظاهرة تمتد إلى خطوط العرض الوسطى، لكن مؤخرًا أظهر كيونج سيك وو وزملاؤه ـ في دراسة على رواسب كهوف بشبه الجزيرة الكورية ـ أنها تمتد بالفعل هناك. وقدَّم الباحثون سجلًّا جديدًا لتوقيت ذروة نمو رواسب الكهوف، يغطي الخمسمئة وخمسين ألف (550,000) سنة الأخيرة.

Mid-latitude interhemispheric hydrologic seesaw over the past 550,000 years

K Jo *et al*

الفيزياء الحيوية

شكل التفارغ المتغير

النموذج الكلاسيكي لفهم التفارغ ـ وهو عملية منظمة تنقل بها الجزيئات البيولوجية الكبرى (عادة إنزيمات) تأثير التقييد في موقع واحد إلى موقع آخر مع تغير لاحق في النشاط ـ يركز على بِنَى فريدة وتغيرات بنيوية لوحظت بين أشكال وظيفية مختلفة. وخلال السنوات العشرين الماضية، كان هناك إدراك لارتباط التفارغ بتغيرات في الديناميّات كذلك. وفي هذه المراجعة، ناقش فنسنت هِلسر وزملاؤه كيف يمكن تيسير التفارغ ببروتينات ديناميكية ومضطربة جوهريًّا، واقترحوا إطار عمل لتوحيد وصف آليّات تفارغية من أنظمة مختلفة.

The ensemble nature of allostery

H Motlagh *et al*

doi:10.1038/nature13001

التطور

تحديد المواقع بالصَّدَى لدى الحيتان مبكرًا

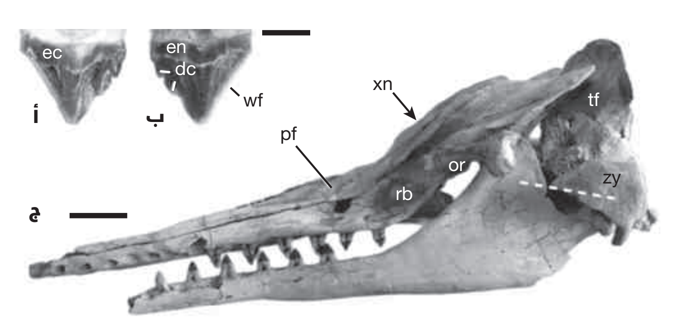
إن تحديد المواقع من خلال موجات الصوت والصدى يُعدّ سمة مميزة للحيتان المسننة، كحيتان العنبر، والحيتان القاتلة، والدولفينات، وخنازير البحر، لكن لا يُعرف إلا قليل عن كيفية وزمن تطور المجموعة المُميِّزة للصفات التشريحية المرتبطة بهذه القدرة. وتتضح الصورة بواسطة جمجمة أحفوريّة لنوع جديد من الحيتان المُسننة، عاشت منذ حوالي 28 مليون سنة فيما هو الآن شرق الولايات المتحدة. وتوثِّق الجمجمة مرحلةً مبكرة في تطور تحديد المواقع بالصدى، وتوضح أن تحديد المواقع بالصدى قد تطور في وقت مبكر للغاية من تاريخ الحيتان المسننة، بعد فترة ليست طويلة من تباعدها عن أسلافها من حيتان البالين.

A new fossil species supports an early origin for toothed whale echolocation

J Geisler *et al*

doi:10.1038/nature13086

الشكل أسفله | جمجمة عينة نمطية، وأسنان كوتيلوكارا ميسي (CCNHM-101). أ،ب، أسنان الفك العلوي الأخيرة من الجهة اليسرى من منظور شفهي ومنظور لساني. **ج**، الجمجمة من منظور جانبي، تمت إمالتها إلى أسفل؛ للإشارة إلى الزاوية بين المنقار والساق القحفية القاعدية (المميزة بالخط المتقطع). **د**، نموذج مُحَوسَب مُولَّد لتصوير الجمجمة مقطعيا من منظور أمامي مع منظور يظهر التواءً عكس اتجاه عقارب الساعة بين الوجه وقحف المخ. **هـ**، منظور خلفي للجمجمة. dc: سُنَيْنَة؛ ec: حزام خارجي؛ en: حزام داخلي؛ fm: الثُّقْبَة العُظْمَى؛ or: الحَجَاج؛ pf: حفرة مُقَدَّم الفَكِّ العُلْوِيِّ؛ pop: العملية خلف الحَجَاجية؛ rb: الحوض المنقاري؛ So: فوق القَذَال؛ tf: الحفرة الصدغية؛ wf: الوُجَيه الانْسِحاليّ؛ xn: المِنخاران الخارجيان؛ zy: النَّاتِئ الوَجْنِيّ. أشرطة المقياس 5 سم.





تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

دارات جذع الدماغ تتحكم في دِقَّة الحركة

عالجت دراستان نُشرتا بدوريّة «نيتشر» مؤخرًا لغزًا طال أمده في التحكم الحركي للثدييات، أي تنظيم الدارات ووظائفها بين الدماغ والحبل الشوكي، التي تتحكم في حركات معينة، مثل التناول، أو الوصول. وقد درّس توماس جسيل وزملاؤه فئة عصبونات بينية لعمود الفأر الفقري، معروفة في أنواع أخرى بانخراطها في حركات الأطراف الأمامية الدقيقة. وأظهر الباحثون أن هذه العصبونات في الفأر لها تعصيب تشريحي مناسب لتنفيذ كلٍّ من الأوامر الحركية، وإشارة النسخة الداخلية، وأن استئصال هذه الخلايا العصبية يضعف حركات الوصول. كذلك، يجند التنشيط الوراثي البصري للفرع التصاعدي دارة مُخَيخيَّة، ويعطل أيضًا حركات الوصول. تشير النتائج إلى أن هذه العصبونات جزء من مسار نسخة داخلية لتحديث المخرجات الحركية السريع خلال الوصول. وقد استخدمت سيلفيا آربر وزملاؤها مزيجًا من التتبع الفيروسي والوراثة؛ لتوصيف تنوع العصبونات البارزة من جذع دماغ الفأر إلى العصبونات الحركية التي تتحكم في حركات الأطراف. واكتشف الباحثون أن منطقة واحدة على الأخص، هي التشكيل الشبكي النخاعي البطني، أو MdV، متخصصة وظيفيًّا في التحكم في حركات الأطراف الأمامية. وتستهدف العصبونات هنا تحديدًا عصبونات الأطراف الأمامية، ويتم تجنيدها خلال المهام الحركية، ويضعف تعطيل هذه العصبونات الحركات الدقيقة.

Brainstem nucleus MdV mediates skilled forelimb motor tasks

M Esposito *et al*

doi:10.1038/nature13023

Skilled reaching relies on a V2a propriospinal internal copy circuit

E Azim *et al*

doi:10.1038/nature13021

الوراثة/ البيولوجيا الجزيئية

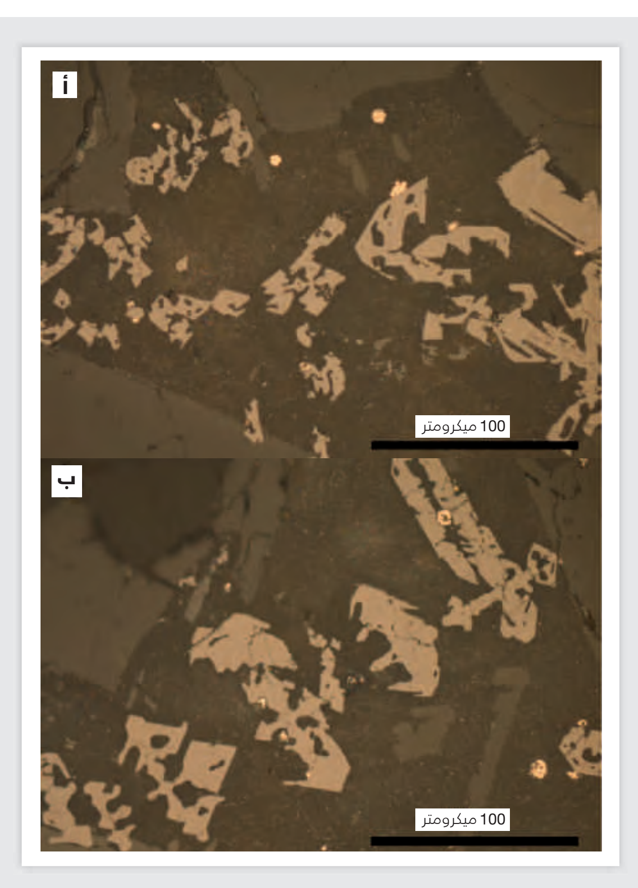
حماية خلوية للميتوكوندريا

التلف الذي يلحق بالميتوكوندريا (عضيات خلوية تولد طاقة من خلال التنفس) يطلق برامج حماية متنوعة، لكن لا يُعرف إلا القليل عن مسارات إصدار الإشارات التي ترصد وظيفة الميتوكوندريا، وتقرنها بتدابير حِمائية. ومن خلال غربلة تداخل الحمض النووي الريبي على نطاق الجينوم في دودة نيماتودا الخيطية (الربداء الرشيقة) حدَّد جاري رفكن وزملاؤه 45 جينًا منخرطًا في زيادة تنظيم المسارات الحمائية عقب تعطيلات الميتوكوندريا وراثيًّا وبواسطة عقاقير. والمسارات المتضررة من هذه الجينات والمرتبطة بالمراقبة تشمل التخليق الحيوي لسيراميد شحم يطلق إشارات، ومسار ميڤالونات (مثبَّط بواسطة ستاتينات مخفضة للكوليسترول).

***Caenorhabditis elegans* pathways that surveil and defend mitochondria**

Y Liu *et al*

doi:10.1038/nature13204



علوم الكواكب

كيمياء كبريت المريخ

لا تزال هناك تساؤلات عديدة حول العمليات السطحية التي تجري في المريخ والاستيعاب الصهاري magmatic assimilation للمادة القشرية، حيث كيمياء الكبريت حاسمة لهذه الظواهر وغيرها على الكوكب. ومؤخرًا، اقترح تحلل جديد لنظائر الكبريت لأربعين من نيازك المريخ وجود كيمياء كبريتية جوية، لا سيما المعالجة الكيميائية الضوئية المحفوظة في الكبريتيد والكبريتات النيزكية، والمختلفة جدًّا عن تلك التي نراها على الأرض. وتقدم البيانات دليلًا على أن اندماج الكبريت في صهارة المريخ كان أمرًا شائعًا خلال جزء كبير من تاريخ الكوكب. ويخلص الباحثون إلى أن منظومات systematics نظائر الكبريت ـ المستخدَمة بالترافق مع بيانات منظومات نظائر أخرى، وسمات العناصر النزرة (الشوائب) بالنيازك ـ تمثل أداة قوية لإعادة بناء (تركيب) تاريخ المريخ الجيولوجي.

Isotopic links between atmospheric chemistry and the deep sulphur cycle on Mars

H Franz *et al*

doi:10.1038/nature13175

الشكل أعلاه | صور MIL090030 بالضوء المنعكس. توضح الصور العلاقة بين حبيبات البيروتَّايت pyrrhotite (الأصفر الزاهي) والماجنيتايت الهيكلي (الرمادي الفاتح) بمصفوفة الركام المطمور.

علم الخلية

دور اللزوجة في التخلُّق الخلوي

باستخدام تكوُّن مُعَيْدة ذبابة الفاكهة كنموذج، درس إريك ڤايشاوس وزملاؤه إسهامات كلٍّ من القوى الخلوية القشرية، وقوى اللزوجة السيتوبلازمية، على الترتيب، في عمليات التخلق المعقدة ثلاثية الأبعاد. ووجد الباحثون أن طور الإطالة في تشكيل الثلم مدفوع بتدفق سيتوبلازمي يطلقه الانقباض القمي لخلايا الأديم المتوسط، وأن تفريد الخلية يمكن الاستغناء عنه. تدعم هذه النتائج وجود عنصر لزج في التخلق، بدلًا من تخلق يستند فقط إلى مدخلات ميكانيكية من أغشية الخلايا.

Apical constriction drives tissue-scale hydrodynamic flow to mediate cell elongation

B He *et al*

doi:10.1038/nature13070

البيولوجيا البنيوية

ترويض إنزيم نوكلياز المستفحل

في إصلاح كسر الحمض النووي البكتيري مزدوج الجديلة، يتم العمل مبدئيًّا على النهايات الحرة بوظيفة مزدوجة هليكاز/ نوكلياز، تتمثل في إنزيم RecBCD من البكتيريا الإشريكية القولونية. وكما يحل إنزيم RecBCD الحمض النووي، فإنه يواجه ـ في نهاية المطاف ـ تتابعًا ثُمانيًّا قطبيًّا معروفًا باسم كاي (χ)، يسبب إضعافًا وتغيرًا في نوعية نشاط إنزيم النوكلياز. ومؤخرًا، حلَّ ديل ويجلي وزملاؤه عدة بِنَى لإنزيم AddAB، وهو إنزيم متصل، ومصدره البكتيريا العصوية الرقيقة، مقيد إلى الحمض النووي المحتوى على χ. تتيح هذه البِنَى تبصرًا بعملية النقل، والتعرف على χ، والتوقف الذي يحدث لدى التعرف على χ.

Structural basis for translocation by AddAB helicase-nuclease and its arrest at χ sites

W Krajewski *et al*

doi:10.1038/nature13037

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علوم المواد

أداء كهروحراري متفوق من بلورات (SnSe)

تُعتبر المواد الكهروحرارية وسيلة عملية واعدة لتحويل الحرارة المُهدَرة إلى طاقة كهربية، لكن كفاءة تحويل الطاقة للمواد الكهروحرارية الموجودة تميل إلى الانخفاض. وتنشأ العقبة الرئيسة أمام تحسين الكفاءة الكهروحرارية لمادة عن الاعتماد المتبادل (الترابط) الشائع للتوصيل الكهربي والتوصيل الحراري. تتطلب الكفاءة الكهروحرارية توصيلًا كهربيًّا عاليًا، وتوصيلًا حراريًّا منخفضًا. وأحد سبل توفير هذا المزيج هو الهيكلة (البنيويّة) النانوية. ومؤخرًا، وصف لي-دونج چاو وزملاؤه مادة متبلرة بسيطة الطبقات، هي سيلينايد القصدير (SnSe)، الذي يبدو أنه يمتلك تلك الصفات بطريقة أصيلة مدمجة. وحدَّد الباحثون سمات في بنية ترابط هذه المادة، يعتقدون أنها مسؤولة عن تلك الصفات، ويشيرون إلى أن ذلك يمكن أن يساعد في توجيه اكتشاف مواد مرشحة أخرى لأداء كهروحراري مرتفع.

Ultralow thermal conductivity and high thermoelectric figure of merit in SnSe crystals

L Zhao *et al*

doi:10.1038/nature13184



غلاف عدد 24 إبريل 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 24 إبريل من دَوْريّة "نيتشر" الدولية.

علوم الأرض

التدفق الحراري قرب أخاديد المحيط

التدفق الحراري المائي عند أخاديد منتصف المحيط أو مراكز الانتشار يؤثر في كيمياء المحيط والقشرة الأرضية، ويتحكم في البنية الحرارية لصفائح المحيط اليافعة، ويكوِّن رواسب خام الكبريتيد الغني بالمعادن، خاصة الغني بالنحاس والزنك والذهب. ورغم ذلك.. تظل كيفية وظروف استخلاص الحرارة والمعادن من قاع المحيط اليافع غير واضحة. يقدم يورج هاسنكليفر وزملاؤه محاكاة ثنائية وثلاثية الأبعاد عالية الاستبانة للتدفق الحراري المائي أسفل أخاديد منتصف المحيط سريعة الانتشار. وتتنبأ نماذجهم بوجود مكوِّنَيْ تدفق متفاعلين يندمجان لتغذية مواقع التنفيس الحراري المائي المتمركزة حول الأخدود. وقد تطورت بِنَى التدفق الضحلة على المحور الفعال، نتيجة خواص الماء الديناميّة الحرارية، في حين يتأثر التدفق الأعمق خارج المحور بشدة بنفاذية القشرة الأرضية. ورغم إسهامه المنخفض في فيض الكتلة الكلية، يحمل التدفق الأعمق خارج هذا المحور حوالي 70% من الطاقة الحرارية المتحررة عند محور الأخدود. ويمكن لهذا المزيج من مكوِّنَيْ التدفق توضيح البنية الحرارية المُحددة سِيزميًّا (زلزاليًّا) للقشرة الأرضية، والتوفيق بين نماذج متعارضة سابقًا، بحيث تفضل التدوير الحراري المائي الأضحل على المحور أو الأعمق خارج المحور.

Hybrid shallow on-axis and deep off-axis hydrothermal circulation at fast-spreading ridges

J Hasenclever *et al*

doi:10.1038/nature13174

تكتونيّات الصفائح نتاج لتلف القشرة الأرضية

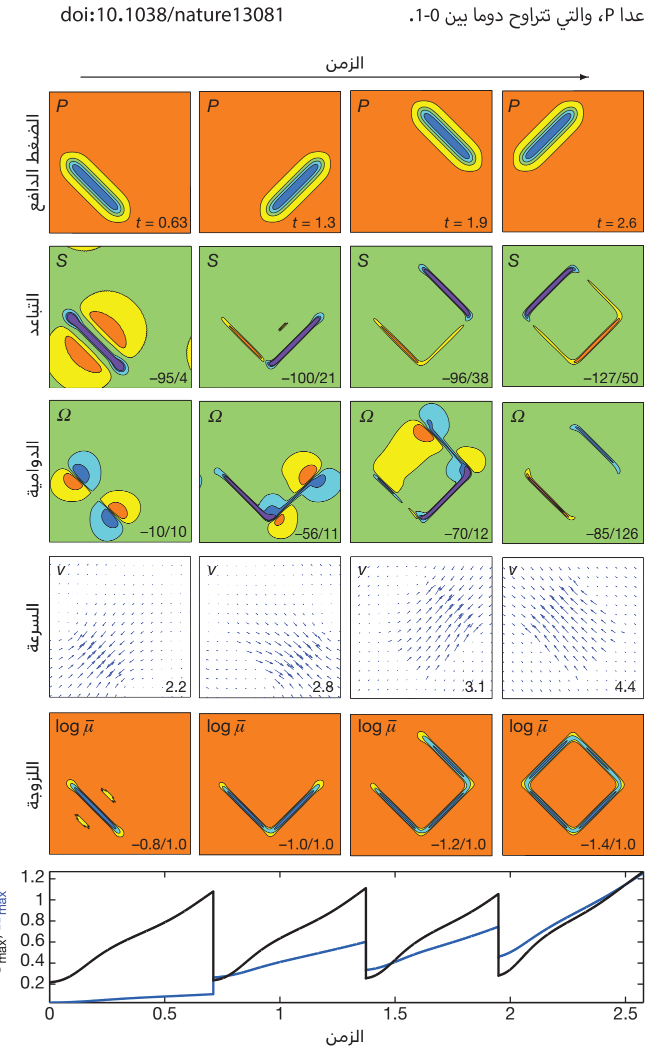
إنّ الصفائح التكتونية ـ وهي انقسام سطح الأرض إلى ألواح صلبة مفصولة بواسطة نطاقات خطية من التشوه المُرَكَّز ـ فريدة بين التكوينات الأرضية المعلومة. وحتى الآن، لا يوجد إجماع علمي حول كيفية نشوء تلك الظاهرة. ويقدم هنا ديفيد بركوفيتشي، ويانِك ريكارد تفسيرًا يبدأ بالخواص المجهرية للمعادن المُتشوِّهة. تقول النظرية إنه عند تراكم تلف القشرة الأرضية بشكل كافٍ، يحدث تموضع قَصِّي وتتطور لنطاقات ضعيفة مُعمِّرة. يؤدي التدفق الوشاحي المؤقت، والاندساس الأوّلي المهاجر إلى تراكم حدود الصفائح، وفي نهاية المطاف.. الألواح التكتونية. صاغ الباحثون نموذجًا لتلك العملية مع تطور الحبيبات وآلية العطب، بالإضافة إلى نموذج يحاكي التدفق القشري الناتج عن الضغط بشكل مثالي، وأظهروا أن حدود الألواح التكتونية والألواح التكتونية مكتملة التكوين يمكنها أن تتشكل تحت مثل تلك الظروف.

Plate tectonics, damage and inheritance

D Bercovici *et al*

doi:10.1038/nature13072

الشكل أسفله | نموذج تدفق قشري مع تلف ناتج عن اندساس أوّلي متقطع. يمثل الانخفاض بمجال الضغط الأفقي ثنائي الأبعاد *P* تقليب حمل حراري هابط، تشكل تناوباته (السطر العلوي، مع الزمن المُوضح t) نموذج تنوي الاندساس الأوَّلي الجديد. تتموضع المناطق الضعيفة الموروثة من عمليات التقليب الهابط (الغور) السابقة إلى هوامش اللوح الخاملة، المشار إليها بالتباعد S، دوامية الانزلاق المضربي Ω، والسرعة الأفقية v، واللزوجة μ (الأسطر 2-4). الطور النهائي لوح رباعي الجوانب، ناتج عن الاندساس فقط. يبين الصف السفلي تطور قيمة أقصى تباعد ودوامية. مقاييس المسافة والزمن والضغط هي~5000 كم، و~50 مليون عام و~300 ميجا باسكال. القيم القصوى (مضروبة في 100، عدا log μ) موضحة تحت كل إطار، عدا P، والتي تتراوح دوما بين 0-1.



البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة نظام إفراز النوع الرابع البكتيري

أوردت هذه الدراسة استخدامًا لمجهر الإلكترون، لإعادة بناء مركب كبير بحجم 3-ميجا دالتون لنظام الإفراز البكتيري من النوع الرابع (T4S) من بكتيريا الإشريكيّة القولونية، مكوَّن من ثمانية بروتينات مجمَّعة في علاقة متكافئة معقدة؛ لتشكيل ساق تغطي الغشاء؛ لتوحيد مركب مقترن بغشاء خارجي أساسي مع مركب غشاء داخلي. تكشف البنية معمارًا جديدًا، يختلف كثيرًا عن ذلك المعروف لدى نظم إفراز بكتيرية أخرى. تُستخدَم أنظمة الإفراز البكتيري من النوع الرابع بواسطة مسبِّبات أمراض بكتيرية عديدة لتوصيل عوامل الفوعة، ونقل المادة الوراثية، وتظهر أيضًا إمكاناتها كأداة لتعديل الخلايا البشرية جينيًّا.

Structure of a type IV secretion system

H Low *et al*

doi:10.1038/nature13081

علوم المحيطات/ تغير المناخ

تَوَافُق سجلات مستوى سطح البحر والحرارة

تعتمد معظم سجلات تغيُّر مستوى سطح البحر بالماضي والتغيرات المصاحبة بدرجة حرارة المحيط على اختلافات نظائر الأكسجين المسجَّلة بالكائنات المجهرية البحرية في أعماق البحار. ولسوء الحظ، فهذه الإشارات مرتبكة بسبب اختلاط مؤثرات أخرى، مما يُعسِّر استخلاص إشارة واضحة متصلة بالمناخ. ومؤخرًا، قدَّم إيكو رولينج وزملاؤه نهجًا جديدًا لتقدير تغيرات مستوى سطح البحر ودرجة حرارة عمق البحر لحوالي 5.3 مليون سنة مضت. يتجنب السجل ـ القائم على تغيرات نظائر أكسجين شرق البحر الأبيض المتوسط ـ المسائل المتعلقة بنهج عمق البحر، ويتوافق عمومًا مع سجل مستقل لحقبة 1.6 مليون سنة الماضية. وكما هو متوقع، هناك ارتباط واسع بين درجة الحرارة ومستوى سطح البحر، لكن تظهر أيضًا انقطاعات زمانية محيرة، كما لدى بدء حقبتي البليوسين–بليستوسين الجليديتين، عندما تأخر حدوث انخفاض كبير في مستوى سطح البحر لمئات آلاف السنين عن انخفاض حاد لدرجات الحرارة.

Sea-level and deep-sea-temperature variability over the past 5.3 million years
E Rohling *et al*
doi:10.1038/nature13230

فيزياء الكَمّ

حـوسـبة كَمِّيَّة خالية من الأخطـاء في الأفـق

يمكن للحواسيب الكمية أن تكون عملية، إذا تجنبت الأخطاء، كالحواسيب التقليدية. وهذا يعني وجود نظام قائم لاكتشاف أي أخطاء وتصحيحها. ولتصحيح الخطأ الكمي، ينطوي مثل هذا النظام على بِتات كمية (qubits) عديدة متشابكة مع بعضها البعض. فيما يدعى معمار تصحيح خطأ الترميز السطحي، تُوضع البتات الكمية في شبكة وتتشابك مع أقرب أربعة جيران لها. وقد أورد رامي باريندس وزملاؤه إنشاءً لنظام الترميز السطحي هذا باستخدام خمسة بتات كمية في صف مصنوع من أجهزة فائقة التوصيل. يؤدي هذا النظام أداءه بدقة عند البداية لتصحيح الخطأ الكمي، مما يقترح إمكانية أن تكون الحوسبة الكمية الخالية من الأخطاء ممكنة. يفسح هذا النظام الأساسي المجال لتوسيع النطاق لعدد أكبر من البِتات الكمية، والمعمار ثنائي الأبعاد.

Superconducting quantum circuits at the surface code threshold for fault tolerance
R Barends *et al*
doi:10.1038/nature13171

الشكل أعلاه | التصوير المقطعي للطور الكَمِّي، وتوليد طور جيجاهرتز GHZ. أ، تم قياس الأجزاء المناظرة الحقيقية لمصفوفة الكثافة ρ لكل من طور بيل N = 2، وأطوار N = 3، 4، 5 جيجاهرتز، من خلال التصوير المقطعي للطور الكمي. عناصر مصفوفة الكثافة المثالية شفافة، بقيمة 0.5 عند الأركان الأربعة. **ب**، لوغاريثم مستخدم لبناء الأطوار.

البيولوجيا الجزيئية

تنشيط إنزيم Akt بواسطة الفسفرة

إنزيم كيناز البروتين سيرين/ثريونين Akt جزيء مهم للتأشير الخلوي، يعمل في مجموعة واسعة من العمليات، مثل تكاثر الخلايا، والبقاء، والأيض. والمعلوم أن تنشيط الإنزيم يقع تحت سيطرة اثنين من مواقع الفسفرة الرئيسة، أحدهما في المجال الحفّاز، والآخر في عنصر كاره للماء. وهنا، أظهر ويي وي وزملاؤه أن نشاط الإنزيم يتقلب عبر دورة الخلية، وأن فسفرته بواسطة Cdk2/Cyclin A، أو mTORC2 بموقعين قرب النهاية الكربوكسية للجزيء تعزِّز تفعيله الكامل تحت ظروف فسيولوجية متميزة. كذلك تبدو أحداث الفسفرة الجديدة هذه مهمة في أنشطة الإنزيم الباثولوجية (المُمْرِضة)، التي تشمل السرطان، والسكري، والأمراض العصبية.

Cell-cycle-regulated activation of Akt kinase by phosphorylation at its carboxyl terminus
P Liu *et al*
doi:10.1038/nature13079

تعرُّف الحيوان المنوي والبويضة على بعضهما

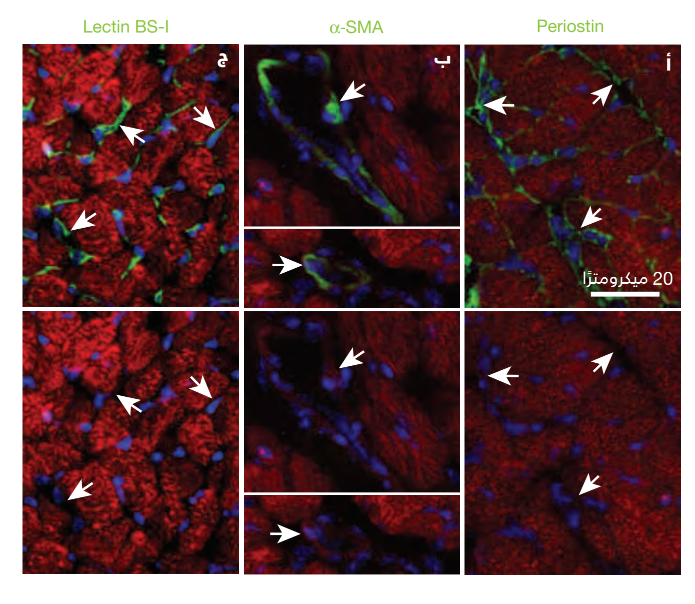
المعلوم قليل حول كيفية تعرُّف الحيوان المنوي والبويضة على بعضهما البعض تحديدًا. فأحد بروتينات سطح الخلية المنوية المطلوب لخصوبة الذكور (يُسمَّى إيزومو Izumo) تَمّ التعرف عليه في عام 2005، لكن ظلت هوية شريكه البروتين الذي على البويضة مراوِغة. ومؤخرًا، حدَّد جافن رايت وزملاؤه مستقبِل إيزومو لدى البويضة، الذي أطلقوا عليه جونو Juno. إنّ إناث الفئران التي تفتقد جونو تكون عقيمة، والبويضات التي تعاني نقص جونو لا تلتحم بالحيوانات المنوية العادية. وأظهر الباحثون أن التفاعل محفوظ في الثدييات، ولذلك.. قد تتيح هذه النتائج فرصًا ممكنة لتطوير علاجات خصوبة جديدة، ووسائل منع الحمل.

Juno is the egg Izumo receptor and is essential for mammalian fertilization
E Bianchi *et al*
doi:10.1038/nature13203

اعتراض الـmiR-25 يعزِّز فشل القلب

يحدث فشل القلب المزمن عندما تفقد عضلات القلب قدرتها على الانقباض بشكل مطرد. وترتبط هذه الحالة بانخفاض نشاط إنزيم أدينوزين ثلاثي الفوسفات الناقل للكالسيوم (SERCA2a). وأظهرت استعادة وظيفة إنزيم أدينوزين ثلاثي الفوسفات الناقل للكالسيوم تأثيرات مفيدة في نماذج فشل القلب قبل الإكلينيكية. ويجري اختبار مناهج علاج جيني لاستعادة وظيفة إنزيم أدينوزين ثلاثي الفوسفات الناقل للكالسيوم في تجارب إكلينيكية. وقد أجرى مارك ميركولا وزملاؤه غربلةً وظيفية لكل الأحماض الريبية المجهرية microRNAome البشرية؛ لتحديد الأحماض الريبية المجهرية التي تخفِّض تنظيم وظيفة إنزيم الأدينوزين ثلاثي الفوسفات الناقل للكالسيوم. وكانت إحدى الضربات الفعالة هي أن الحمض النووي الريبي المجهري miR-25 يزداد تنظيمه في فشل القلب البشري، وأن مناهضة miR-25 توقف فشل القلب المثبت في الفئران. وتبرز هذه النتيجة تثبيط miR-25 كاستراتيجية محتملة لعلاج فشل القلب.

Inhibition of miR-25 improves cardiac contractility in the failing heart
C Wahlquist *et al*
doi:10.1038/nature13073



الشكل أعلاه | التعبير الذاتي لجزيء الحمض النووي الريبي miR-25 في القلب. أ – ج، التهجين في الموقع، يكشف التعبير الذاتي (الداخلي) لجزيء الحمض النووي الريبي miR-25 في عضلة قلب LV فاشلة (أحمر) مقارنة ببروتين بيريوستين **أ،** اللوحة العلوية مقابل اللوحة السفلية)، أكتين العضلات الملساء–α (α-SMA) **ب،** ولكتين BS-1 **ج،** الصباغة (كل منها باللون الأخضر). توسم (تعلم) صبغة هويسط 33342 النوى (أزرق). تشير السهام إلى أمثلة لغير خلايا عضلة القلب. مقياس البار، 20 مايكرومترًا. تمثل البيانات اثنين من المكررات البيولوجية.

التنوع الحيوي/ نظم البيئة

إلقاء الضوء على الرّعي والتنوع الحيوي

أثّر النشاط البشري على التنوع الحيوي بالأراضي العشبية (المراعي) من خلال إضافة كلٍّ من المغذيات، والرعي. تتنبأ النظرية بإمكان تحقيق التوازن بين هذه العوامل، لأن لها آثارًا متضادة على محدودية الضوء. وقد وضع مشروع شبكة المغذيات التعاوني الدولي (NutNet) هذا عبر 40 موقعًا تجريبيًّا في ست قارات ـ من 41 شبكة مغذيات (NutNet) تعاونية ـ النظرية قيد الاختبار. وأظهرت النتائج تأثيرات متضادة متسقة. وبإضافة المغذيات.. تتقاسم مع الحيوانات العاشبة السيطرة على التنوع النباتي عبر الضوء، حيث تختزل المغذيات ضوء المستوى الأرضي؛ مما يؤدي إلى خفض التنوع النباتي، وتزيد الحيوانات العاشبة التنوع النباتي بخفض التنافس على الضوء بين النباتات. وسوف يسهم هذا العمل في الدفع نحو دقة أكثر في بناء نماذج تأثيرات ممارسات الرعي وترسب النيتروجين في التنوع الحيوي بمراعي العالم. وفي دراسة أخرى نُشرت مؤخرًا بدوريّة "نيتشر"، دَرَس يان هوتيه وآخرون تأثير التشبع الغذائي بمواقع مراعي شبكات المغذيات، وأظهروا أن استخدام الأسمدة ليس فقط خطرًا على التنوع الحيوي بالمراعي، بل هو خطر أيضًا من حيث تأثير ذلك على استقرار عمل النظم الإيكولوجية.

Herbivores and nutrients control grassland plant diversity via light limitation

E Borer *et al*

doi:10.1038/nature13144

الوراثة

التغاير الجيني والأمراض البشرية

إنّ التوفر واسع النطاق لتقنيات فك تتابعات الحمض النووي عالية الإنتاجية يعني أن بيانات التغاير الجيني في الأمراض البشرية تتراكم بسرعة. وفي هذه المراجعة، أطلق دانيال ماك آرثر وزملاؤه تحذيرًا، مشيرين إلى أن حوالي ربع الطفرات المرتبطة بالأمراض والمنشورة في المصادر العلمية وُجد أنها إمّا تعدُّديّات أشكال شائعة، أو تفتقد الدليل الكافي على أنها مُمْرِضة. ناقش الباحثون التحديات الرئيسة المرتبطة بتقييم متغايرات التتابعات الوراثية في الأمراض البشرية، واقترحوا إرشادات عامة للتمييز بين المتغايرات الوراثية المسبِّبة للمرض والمتغايرات الأخرى الموجودة في الجينوم البشري. وقد أبرزَ الباحثون مناطقَ عديدة، حيث الحاجة ماسّة إلى البحث وتطوير الموارد، إذا قُدِّر لنتائج البحوث الجينومية أن تُترجَم بنجاح إلى وضع تشخيص إكلينيكي.

Guidelines for investigating causality of sequence variants in human disease

D MacArthur *et al*

doi:10.1038/nature13127

تطوُّر وظيفة كروموزوم "واي Y"

يُعدّ صبغي "واي"، أو كروموزوم Y، المحدد للجنس حاسمًا لخصوبة ذكور الثدييات، ويحتوي على جزء كبير من التتابعات الوراثية المتكررة، مما يجعله احتمالاً صعبًا لفك التتابعات وإعادة التركيب. ولمواجهة هذه المشكلة طوَّر هنريك كايسمن وزملاؤه تقنية جديدة لفك التتابعات الوراثية، أساسها تجميع نسخ ذكرية من قراءات تتابعات الحمض النووي الريبي الخاصة بالذكور، وليس تعيينها على جينومات الإناث المرجعية. ولَدَى تطبيق هذا الإجراء على 15 ممثلًا للثدييات، وجد الباحثون أدلة على نشوء ثلاثة كروموزومات جنسية مستقلة في الثدييات والطيور. يشير تحليل الباحثين لذخائر الجينات W\Y إلى أنه في حين طورت بعض الجينات وظائف جديدة، نتيجة لتغيرات التعبير المكاني/الزماني، فقد استمرت معظم جينات Y، على الأقل في البداية، نتيجة لقيود الجرعة. وفي دراسة ثانية منفصلة، أعاد دانيال بيلوت وزملاؤه بناء تطور كروموزوم Y باستخدام تحليل مقارن شامل، يغطي سبعة ثدييات مشيمية (الجرذ، والفأر، والثور، وقرد المارموسيت الأمريكي الصغير، والمكاك الريسوسي، والشمبانزي، والإنسان) وحيوان الأبوسوم الجرابي. وخلص الباحثون إلى أن التطور ضبط المحتوى الجيني لكروموزوم Y البشري من خلال الانتقاء؛ للحفاظ على جرعة السلف من أزواج جينات X-Y المتجانسة ومجموعة أساسية من الجينات وحيدة النسخة التي تضمن استمرارية الذكور. يرى الباحثون أنه بالإضافة إلى دورها المعروف في تحديد الخصية ونشوء الخلايا النطفية (الحيوانات المنوية)، يعمل كروموزوم Y بشكل أوسع في الصحة والمرض، كما يتضح من النمط الظاهري لمتلازمة ترنر.

Origins and functional evolution of Y chromosomes across mammals

D Cortez *et al*

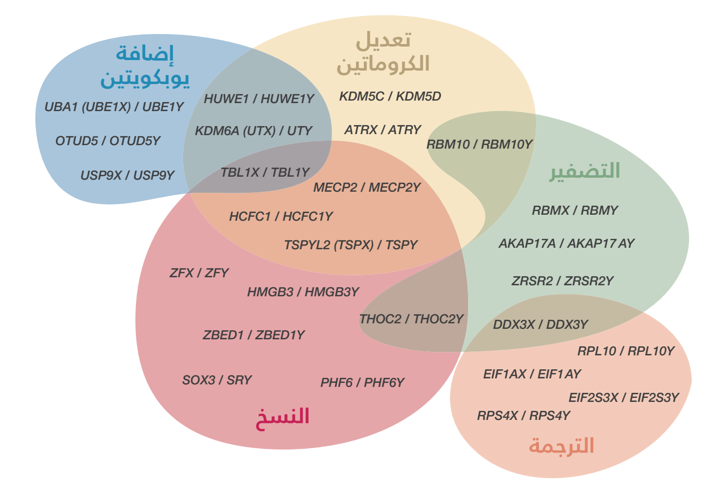
doi:10.1038/nature13151

Mammalian Y chromosomes retain widely expressed dosage-sensitive regulators

D Bellott *et al*

doi:10.1038/nature13206

الشكل أسفله | شروح تنظيمية لجينات زوج كروموزومات X–Y. مخطط فين (Venn) يصور المهام التنظيمية المتوقعة لجينات زوج صبغيّات (كروموزومات) X–Y المختارة على أساس شروح يوني بروت UniProt (قاعدة بيانات شاملة عالية الجودة مجانية لتتابعات البروتينات ومعلوماتها الوظيفية) للكروموزوم البشري المماثل-X. بدائل شائعة لرموز الجين الرسمية بين هلالين.



نظم البيئة

التنوع الحيوي للأراضي العشبية

حَلَّل يان هوتييه وزملاؤه في دراسة ـ من مشروع شبكة المغذيات (NutNet) التعاوني الدولي ـ علاقة تنوع الأنواع النباتية بالاستقرار البيئي في 41 مرعى عبر خمس قارات، وفحصوا تأثير التشبع الغذائي eutrophication، وهو تراكم المغذيات التي تدعم حياة نباتية وفيرة على حساب إمدادات الأكسجين للحياة الحيوانية. وجد الباحثون أن التشبع الغذائي يقلل الاستقرار بمزيج من تأثيرات معتمدة على التنوع تؤثر على عدم تزامن الأنواع، واختلاف الإنتاجية زمنيًّا. يوضح هذا العمل أن استخدام الأسمدة ليس فقط تهديدًا للتنوع الحيوي للمراعي، بل يهدد أيضًا تأثير التنوع الداعم لاستقرار عمل النظم الإيكولوجية. وفي دراسة أخرى نُشرت بدوريّة "نيتشر" أيضًا، درست إليزابيث بورر وزملاؤها التأثيرات المتضادة للمغذيات والحيوانات العاشبة بمواقع مراعي شبكات المغذيات (NutNet).

Eutrophication weakens stabilizing effects of diversity in natural grasslands

Y Hautier *et al*

doi:10.1038/nature13014

علم النبات

بروتين SWEET9 ضروري لإفراز الرحيق

إنّ الرحيق عامل مهم في التفاعلات بين النباتات والحشرات، متوسِّطًا بين التلقيح وتبادل المنافع الدفاعية. ولقد وُصِّفَت طائف وتكوينات الرحيق الزهري جيدًا، لكنْ ظلت آلية إفراز الرحيق مراوغة. ففي دراسة أجريت على ثلاثة أنواع من النباتات المزهرة، أظهر وولف فرومر وزملاؤه أن إنزيمات مخلقات فوسفات السكروز يعبَّر عنها بدرجة عالية في رحيق الزهور، وهي ضرورية لتخليق مكون السكروز في الرحيق. والبروتين الناقل "سويت9" SWEET9 يتوسط تصدير السكروز من موقع الإنتاج ـ في متن النسيج الحشوي الرحيقي ـ إلى خارج خلايا الغدة الرحيقية.

Nectar secretion requires sucrose phosphate synthases and the sugar transporter SWEET9

I Lin *et al*

doi:10.1038/nature13082

الكيمياء العضوية

عامل حفّاز جديد، قادر على توفير الطاقة

تُنتَج الكهرباءُ المتجددة غالبًا عند عدم الاحتياج إليها. فإذا أُمكن تسخير فائض الكهرباء لتحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى وقود سائل؛ فلن تكون تلك الطاقة مُهدَرة، وسنجد استخدامًا لثاني أكسيد الكربون الناتج عن حجز الكربون. يتطلب كل ذلك عوامل حفازة كهربية كفوءة، لا تختزل فقط ثاني أكسيد الكربون إلى أول أكسيد الكربون، بل تمضي قدمًا إلى الوقود الكيميائي. يؤدي النحاس ذلك، لكن بكفاءة منخفضة وانتقائية. ومؤخرًا، أظهرت كريستينا لي وزملاؤها إمكانية تحسين الخواص الحفزية الجوهرية للنحاس بإنتاجه من أكسيده كمتبلرات نانوية متصلة داخليًّا. وَلَّد حفّازُهم المُحسَّن الإيثانول في المقام الأول، مما يثبت إمكان تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى وقود سائل على خطوتين بكهرباء متجددة.

Electroreduction of carbon monoxide to liquid fuel on oxide-derived nanocrystalline copper

C Li *et al*

doi:10.1038/nature13249

علم الدم

تطوُّر الموضع الملائم لنخاع العظام

ظل الأساس الجزيئي لتشكيل المواضع الملائمة للخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSC) في نخاع العظام غير واضح. ومؤخرًا، حدَّد تاكاشي ناجاساوا وزملاؤه عامل النسخ Foxc1 كعامل يُعبَّر عنه تفضيليًّا في ليجاند كيموكاين (CXCL) ـ مجموعة سيتوكاينات فرعية تجذب الخلايا المناعية الأخرى لموقع الإصابة ـ بواسطة خلايا CAR الشبكية الوفيرة، التي هي أساسية لصيانة الخلايا الجذعية المكونة للدم وخلايا السلف في الجسم الحي. وجد الباحثون أن حذف Foxc1 في خلايا CAR خلال مرحلة تكوين الجنين يُنْتِج زيادةً في أعداد الخلايا الشحمية لنخاع العظام وفقدان الخلايا الجذعية المكونة للدم. وخلص الباحثون إلى أن عامل النسخ Foxc1 منظم مهم لخلايا CAR في الموضع الملائم المكون للدم.

Foxc1 is a critical regulator of haematopoietic stem/progenitor cell niche formation

Y Omatsu *et al*

doi:10.1038/nature13071

الأمراض المعدية

كيف تقضِمُ إنتاميبا الأمعاءَ

إنتاميبا هستوليتيكا ـ أو الأميبا الزحاريّة المتحولة الحالّة إلى النُّسج ـ هي العامل المسبِّب لمرض الإسهال (الزحار) القاتل بين الأطفال في الدول النامية. وقد سُميت بهذا الاسم لقدرتها على تدمير الأنسجة المضيفة، رغم غموض الآلية الكامنة وراء هذا التأثير. وهنا، وصفت كاترين رالستون وزملاؤها كيف تقتل هذه الأميبا الخلايا الظهارية بالأمعاء بقضم قطع من الخلايا، في عملية تُذَكِّر بعملية التهام المواد الخلوية *trogocytosis* المشاهَدة بين الخلايا المناعية. فابتلاع القضمات مطلوب للقتل، وتعمل الآلية في كل مزرعة أنسجة وأثناء غزو المزدرعات المعوية. يقترح الباحثون أن التبادل بين الخلايا بواسطة عملية التهام المواد الخلوية قد يكون أقدم تطوريًّا وأوسع نطاقًا مما كان يُفترض. وتُبرِز هذه الدراسة عملية التهام المواد الخلوية الأميبية هدفًا محتملًا لعقاقير جديدة لعلاج داء الأميبات، وهو مرض رئيس مهمل.

Trogocytosis by Entamoeba histolytica contributes to cell killing and tissue invasion

K Ralston *et al*

doi:10.1038/nature13242



غلاف عدد 1 مايو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 1 مايو من دوْريّة "نيتشر" الدولية.

علم الأعصاب

التثبيط قبل المشبكي في الحبل الشوكي

تذكرنا الحركات الممثلة بشكل لافت في هيل داوين ـ وهو نحت حركي للنحات الهولندي بيتر يانسن ـ بتذبذبات الأطراف التي تُرى في غياب التثبيط قبل المشبكي. ينفذ البشر والحيوانات حركات أطرافهم الدقيقة كما يبدو بدقة هيّنة، وذلك بفضل التغذية الراجعة الحسية وتنقيحها بواسطة الدارات الدقيقة المثبطة. وقد حددت دراسة جديدة تثبيطًا قبل المشبكي في الحبل الشوكي ـ وهو فلتر (مرشح) تنظيمي، تتوسطه العصبونات البينية المنتجة لحمض الجاما-أمينوبيوتيريك (GABAergic) المعبرة عن جين *Gad2* التي تشكل وصلات المحور المحورية إلى النهايات الحسية الواردة ـ كجزء من نظام التحكم الثابت والحاسم للتنفيذ السلس للحركة. وأثبت توماس جسِل وزملاؤه أن تنشيط عصبونات تعبير جين *Gad2* يثبط إطلاق الناقلات العصبية من الواردات الحسية، وأن الاستئصال الانتقائي لعصبونات *Gad2* في الفئران يسبب تذبذبات واضحة خلال حركات وصول الأطراف الأمامية الموجهة.

Presynaptic inhibition of spinal sensory feedback ensures smooth movement

A Fink *et al*

doi:10.1038/nature13276

رابط السيستين في مرض هنتنجتن

يرتبط مرض هنتنجتن مع تمدد البولي جلوتامين في الجين المرمِّز لبروتين هنتِنجتن. يتم التعبير عن الهنتنجتن الطافر بجميع أنحاء الدماغ وبقية الجسم، لكن المخطط (الجسم المخطط) هو أكثر منطقة تضررًا في الدماغ. وهنا، يظهر أن إنزيم سيستاثيونينγ-لياز (CSE)، المسؤول عن تخليق السيستين حيويًّا، ينخفض في المخطط وقشرة الدماغ لدى النموذج الدراسي لإصابة الفأر ومرض هنتنجتن. يثبط بروتين هنتنجتن المطفر منشط النسخ Sp1، مما يؤدي إلى انخفاض نَسْخ إنزيم سيستاثيونينγ-لياز. تنقذ مكملات السيستين في النظام الغذائي ومياه الشرب جزئيًّا النمط الظاهري وتقلص العمر في نموذج الفأر، مما يقترح أن مكملات السيستين في الغذاء قد تفيد مرضى هنتنجتُن.

Cystathionine γ-lyase deficiency mediates neurodegeneration in Huntington's disease

B Paul *et al*

doi:10.1038/nature13136

البيولوجيا الجزيئية

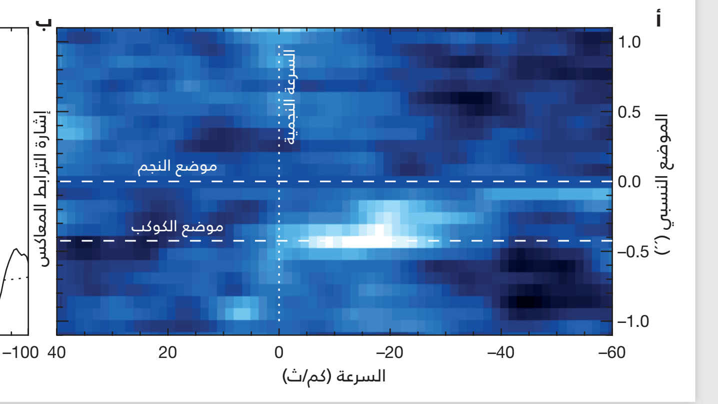
توازن دقيق لتخليق البروتين

في غياب بيانات مضادة، يُفترض أن تخليق البروتين هو وظيفة روتينية تُجرى متماثلة بمعظم الخلايا. تَوَفُّر تقنية لقياس معدلات تخليق البروتين بجسم الفئران الحي، بناءً على تلقِّي عقار نظير بيورومايسِن OP-Puro، يعني أن هذه الفكرة يمكن اختبارها الآن. استخدم سين موريسون وزملاؤه هذه الطريقة، مع العداد الخلوي للتدفق؛ لدراسة تخليق البروتين في فرادى الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSCs). ووجد الباحثون أن هذه الخلايا لديها انخفاض في معدلات تخليق البروتين لكل ساعة، مقارنة بمعظم أنواع الخلايا الأخرى المنتجة للدم. وتُظْهِر المناهج الوراثية أن زيادة وانخفاض معدلات تخليق البروتين تضعف وظيفة الخلايا الجذعية المنتجة للدم. يوضح هذا العمل أن صيانة هذه الخلايا تعتمد على معدل مقنَّن جدًّا من تخليق البروتين، وأن الحفاظ على مستويات تخليق البروتين المناسبة يمكن أن يكون مهمًّا للتوازن الخلوي.

Haematopoietic stem cells require a highly regulated protein synthesis rate

R Signer *et al*

doi:10.1038/nature13035



علوم الكواكب

أعلى غزل لكوكب بيتا بكتوريس بي خارج المجموعة الشمسية (β Pic b)

تشير الأرصاد الطيفية قُرب تحت الحمراء للكوكب اليافع خارج المجموعة الشمسية بيتا بيكتوريس بي (β Pictoris b) إلى أن الكوكب يدور مغزليًّا أسرع بكثير من أي كوكب في المجموعة الشمسية. ويواصل القياس الجديد اتجاهًا عامًّا، لوحظ في نظامنا الشمسي، وهو ازدياد السرعة المغزلية مع كتلة الكوكب. ورغم أن هذه العلاقة تتنبأ بسرعة مغزلية أعلى لكوكب بيتا بيكتوريس بي، حوالي 50 كيلومترًا في الثانية، عوضًا عن السرعة المرصودة، وهي 25 كيلومترًا في الثانية، لاحظ الباحثون أن الكوكب ما زال يافعًا ودافئًا. ومع مرور الزمن ينبغي أن يبرد ويتقلص؛ ليرتفع معدل الحركة المغزلية خلال العملية.

Fast spin of the young extrasolar planet β Pictoris b

I Snellen *et al*

doi:10.1038/nature13253

الشكل أعلاه | إشارة الترابط المعاكس الموسعة لكوكب بيتا بيكتوريس بي (β Pictoris b). أ، إشارة الترابط المعاكس لأول أكسيد الكربون+الماء (نطاق اللون الخطي) كدالة في الموضع على طول الشِّق (المُوجَّه بزاوية 30° شمال شرق)، وذلك بعد إزالة الإسهام النجمي. يبين المحور السيني السرعة الشعاعية بالنسبة إلى سرعة المنظومة (20+ ± 0.7 كم/ث) للنجم. يشير المحور الصادي إلى الموضع النسبي بالنسبة إلى النجم بيتا بيكتوريس مع تموضع الكوكب عند 4´´ أدناه، كلاهما مُبينان بواسطة خطوط متقطعة أفقية. إشارة واسعة مرئية عند نسبة الإشارة إلى التشويش 6.4، وحيود أزرق تبلغ 15.4±1.4 كم/ث (1σ) بالنسبة إلى النجم الأم. **ب،** إشارة الترابط المعاكس (CC) عند موضع الكوكب. يظهر المنحنى المنقَّط دالة الترابط الذاتي اعتباطي التدرج للقالب النموذجي λ/Δλ = 100000 (قدرة التمييز)، مما يوضح إشارة الترابط المعاكس المتوقعة من كوكب غير دوَّار.

لقاحات الإيدز

دراسة أجسام مضادة تحيِّد فيروس HIV

إنّ الفهم الأفضل لكيفية تولد الأجسام المضادة المُحيِّدة لفيروس نقص المناعة البشرية-1 يمكن أن يكون إسهامًا مفيدًا في تصميم لقاحات إيدز محَسّنة. ومؤخرًا، أظهر جون ماسكولا وزملاؤه المسار المناعي لفئة مهمة من الأجسام المضادة المحيِّدة لهذا الفيروس.. تلك التي تستهدف المنطقة المتغيرة V1V2 من غلاف الفيروس. هذه الأجسام المضادة يتم استخلاصها أكثر بشكل متكرر من الأجسام المضادة الخاصة بموقع يقيد CD4 بالمراحل المبكرة من العدوى بالفيروس، وتتميز بنضج تقارب بسيط، وهي عملية تفضل طفرات في نطاقات متغيرة للأجسام المضادة، تعزِّز تقييد المستضد.

Developmental pathway for potent V1V2- directed HIV-neutralizing antibodies

N Doria-Rose *et al*

doi:10.1038/nature13036

علوم البيئة

تراجع اخضرار غابات الكونغو المطيرة

تُعتبر غابات الكونغو المطيرة هي ثاني أكبر الغابات المطيرة على الأرض بعد غابات الأمازون، لكن المعلوم قليل حول استجابتها للتغير المناخي الراهن. وقد استخدم ليمنج چو وآخرون بيانات استشعار عن بُعد؛ ليُظْهِروا أن الاتجاه نحو الجفاف بالعقد الماضي تَرَافَق مع تراجع واسع النطاق في اخضرار غابات الكونغو. وهذه العملية تدريجية على نقيض نوبات الجفاف المفاجئة التي حدثت بغابات الأمازون. وقد يسبب هذا "التلوّن" التدريجي باللون البني تحولات بتركيب التجمعات الحيوية نحو مزيد من الأنواع التي تتحمل الجفاف.

Widespread decline of Congo rainforest greenness in the past decade

L Zhou *et al*

doi:10.1038/nature13265

الكيمياء الفيزيائية

انعدام التناظر المرآتي يدخل بُعْدًا جديدًا

تحتوي الجزيئات عديمة التناظر المرآتي ـ غير المطابقة لصورتها في المرآة ـ مركزًا لانعدام التناظر المرآتي الفراغي، عادةً ما يكون ذَرَّة رباعية الأوجه، وغالبًا من الكربون، موصولة بأربعة بدائل مختلفة. وتصف هذه الدراسة تفاعلًا حفّازًا جديدًا ينتج نوعًا أكثر تعقيدًا من انعدام التناظر المرآتي، حيث يكون محوران لانعدام التناظر المرآتي حاضرين في الجزيء نفسه، بحيث ينتج التفاعل الانتقائي التماثلي أربعة مصاوِغات فراغية. وعوضًا عن المُراسَمَة (إزالة الفاعلية البصرية) حين تصل المنظومة إلى الاتزان، ينجرف أحد الأزواج المُتصاوِغَة فراغيًّا بشكل تلقائي إلى نسبة تماثل صوري أعلى.

Spontaneous transfer of chirality in an atropisomerically enriched two-axis system

K Barrett *et al*

doi:10.1038/nature13189

علوم الأرض

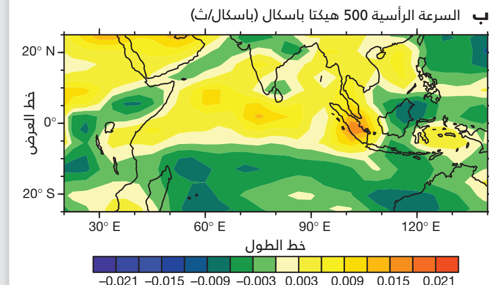
صهير الوشاح الصخري يمهِّد الطريق للتكتونية

العمل على تحديد كيفية تَحرُّك الصفائح التكتونية الجامدة عبر سطح الأرض ـ أعلى الجزء الأكثر ليونة من الوشاح ـ يركز على الأحداث عند حدود غلافي الأرض الصخري والواهن، وكيف يمكن لطبقة منخفضة اللزوجة أن تتولد هناك. وهنا، يقدم ديفيد سيفريه وآخرون قياسات التوصيل الكهربي لصهارات سيليكات غنية بثاني أكسيد الكربون والمياه، يُعتقَد أنها تنتج خلال بداية انصهار الوشاح. وجد الباحثون أن التوصيل الكهربي يزداد بشكل متواضع مع كميات معتدلة من المياه وثاني أكسيد الكربون، لكنه يزداد دراماتيكيًّا عندما يتجاوز محتوى ثاني أكسيد الكربون نسبة 6% من وزن الصهارة. وخلص الباحثون إلى أن مثل تلك الصهارة تفسر انخفاض السرعات السِّيزميّة وارتفاع التوصيل الكهربي المشاهَد بالجزء العلوي من غلاف الأرض الواهن بالمحيطات.

Electrical conductivity during incipient melting in the oceanic low-velocity zone

D Sifré *et al*

doi:10.1038/nature13245



علوم المناخ

سِجلّ مناخي لشرق المحيط الهندي يغطي 45000 عام

المعلوم أن أحداث البرودة بشمال الأطلسي ـ كفترات الانخفاض الحراري ينجر درياس وهَينريش ـ أثّرت في المنظومة المناخية الأوسع، لكن استجابة المحيط الهندي لمثل تلك الأحداث ظلت غير واضحة، نتيجة افتقاد سجلات تعبيراتها الملائمة. تقدم هذه الدراسة سجلات عالية الاستبانة من سجلات رواسب مؤرَّخة جيدًا من شرق المحيط الهندي، تغطي آخر 45 ألف سنة. وبجانب نماذج محاكاة متطورة لأحداث هينريش، تكشف البيانات تباينات دراماتيكية في الهيدرولوجيا الاستوائية، تحت السيطرة البعيدة لظروف شمال الأطلسي.

North Atlantic forcing of tropical Indian Ocean climate

M Mohtadi *et al*

doi:10.1038/nature13196

الشكل أعلاه | نتائج من محاكاة النموذج المناخي CCSM3 لفترات هَينريش منخفضة الحرارة 1 و4. تبين المخططات الفرق بين تجارب هاينريش (السقاية) والمحاكاة الأساسية كمتوسطات سنوية. أ، شذوذ درجة الحرارة السطحية أثناء فترة هينريش H4، يظهر تبريدا عبر نصف الأرض الشمالي وتسخينا في نصف الأرض الجنوبي. ب، شذوذ السرعة الرأسية بالمستوى الأوسط (500 هيكتا باسكال) من الغلاف الجوي، مع قيم سالبة وموجبة، على التوالي، مشيرًا إلى ارتفاع مفاجئ وغرق الهواء أثناء فترة H4. الفرع التصاعدي لدوران هادلي السنوي المتوسط عبر المحيط الهندي انزاح جنوبًا.

الوراثة/ السرطان

المشهد الجينومي لسرطان المريء

تورد هذه الدراسة تحليلًا جينوميًّا لعيِّنات من أكثر من مئة حالة سرطان الخلية الحرشفية المرِّيئي. وتم تحديد ثمانية جينات بالغة التطفر، ستة منها معروفة جيدًا كجينات مرتبطة بالورم، واثنان ـ هما *FAM135B* و*ADAM29* ـ لم يسبق وصفهما في هذا النوع من السرطان. وكشفت التحليلات طفرات متكررة في عدة جينات مهمة تنظم الهيستون، وحددت الحمض النووي الريبي المجهري (microRNA) المُرَمَّز في الموضع المضخم 11q13.3-13.4 باعتباره جينًا ورميًّا جديدًا. كذلك، ظهر وراثيًّا أن سرطان المريء يتقاسم آليات إمراضية شائعة مع كرسينومة (سرطانة) الخلايا الحرشفية بالرأس والرقبة.

Identification of genomic alterations in oesophageal squamous cell cancer

Y Song *et al*

doi:10.1038/nature13176

بيولوجيا الخلية

مستقبِل حمولة جسيمى بلعمي جديد

في الالتهام الذاتي الانتقائي، هناك جزيئات محددة تُعرف بمستقبِلات الحمولة، تقيد إلى جزيئات الحمولة، وتستهدفها بالبلع الذاتي بواسطة الجسيمات البلعمية الذاتية. وهي حويصلات تلتحم لاحقًا بجسيمات العضيات خلوية الحالّة؛ لأجل انحلال محتواها إنزيميًّا. ولم يوصَّف جيدًا سوى قلة من هذه المستقبِلات للحمولة. ومن خلال التحليل الكمي البروتيومي، حدَّد أليك كِملمَن وزملاؤه مجموعة من البروتينات التي ترتبط بالجسيمات البلعمية الذاتية، منها مستقبِل حمولة جديد، هو المستقبل النووي المنشط المشارك 4 (NCOA4). وما يثير الاهتمام أنه عندما يُحرم من الحديد، يوجِّه مستقبِل الشحنة الجديد (NCOA4) الفيريتين نحو الجسيمات البلعمية الذاتية، وبالتالي يطلق الحديد من مخازنه في الفيريتين. ولا تمثل هذه النتائج فقط موردًا لبيولوجيا الخلية، بل لها آثار أيضًا على فهم أيض الحديد.

Quantitative proteomics identifies NCOA4 as the cargo receptor mediating ferritinophagy

J Mancias *et al*

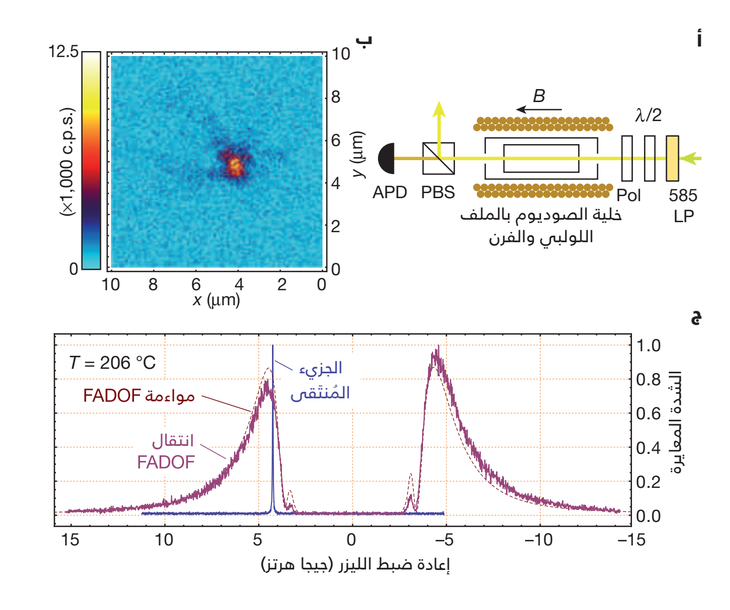
doi:10.1038/nature13148

الطب التجددي

إعادة برمجة الجنين المبكر

يُعتقد أن إعادة البرمجة التي تحدث عقب النقل النووي للخلايا الجسدية (SCNT) أثناء علاج العقم ـ وغيره من الإجراءات ـ تعتمد على السيتوبلازم المتلقي، لكونه محتجزًا بصرامة في الطور الوسيط الخامل (في انقسام نواة الخلية). ومؤخرًا، أظهر شوكرات ميتاليبوف وزملاؤه أن أجنة الفئران ثنائية الخلية في الطور البيني تدعم إعادة برمجة النوى الجسدية المزروعة وتوليد خلايا جذعية جنينية، أو فئران مستنسخة. هذا يوضح أن العوامل القادرة على استحثاث تعدد القدرات موجودة بسيتوبلازم خلايا الطور البيني، وأن إزالة نوى مثل هذه الخلايا لا تستنفد من البويضة المتلقية عوامل إعادة البرمجة الضرورية كما كان يُعتقَد. وإذا انطبقت هذه النتائج على البشر، فيمكنها تعزيز الجهود المبذولة لتوليد خلايا جذعية جنينية بشرية للتطبيقات التجددية، حيث الخلايا المتبرع بها في مرحلة الطور البيني (أجنة مخصبة) يمكن الوصول إليها أكثر من تلك التي في مرحلة الطور الوسيط (خلايا بويضات غير ناضجة).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



Nuclear reprogramming by interphase cytoplasm of two-cell mouse embryos

E Kang *et al*

doi:10.1038/nature13134

الفيزياء الكمية

فوتونات الجزيء المفرد تقابل بصريّات الذَّرّة

تعتمد استراتيجيات الاتصالات الكمية على مصادر وحيدة الفوتونات؛ لتوفير فيض فوتوني مرتفع عبر مدى ضيق جدًّا من الأطوال الموجية، تتطابق بدورها طيفيًّا مع مكونات المنظومة الأخرى. وتُظْهِر جزيئات الصبغات العضوية المفردة إمكانية في هذا الصدد، حيث تجمع بين انبعاثات مرتفعة الفيض ضيقة النطاق الترددي، وثروة من الخطوط الطيفية الممكنة، يمكن انتقاؤها مبدئيًّا لتُطابِق تحولات بالمنظومات التي يراد لها أن تتكامل معها. ومؤخرًا، قدم بيتر سيوشيف وزملاؤه مثالًا لقدرات التكامل هذه من خلال ربط الفوتونات المنبعثة بواسطة منظومة جزيئية مع ذاكرة كمية ذَرِّيَّة بخارية.

Molecular photons interfaced with alkali atoms

P Siyushev *et al*

doi:10.1038/nature13191

الشكل أعلاه | ترشيح ضيق النطاق للانبعاث الجزيئي بواسطة البخار الذري. أ، الترتيب التجريبي لمُرشِّح فارادي الصوديوم. (Pol: مُستقطِب؛ PBS: مقسم شعاع استقطابي؛ APD ثنائي ضوئي الانهيار). ب، مسح جانبي عبر العينة، مع كشف قائم فقط على الفوتونات قرب الرنين. ج، الطيف الانتقالي لمُرشِّح فارادي والجزيء المُنتقى لهذه الدراسة (FADOF: مُرشِّح فارادي البصري للتشتت الشاذ).

البيولوجيا البنيوية

آلية تعرف بروتين RIG-I على الفيروس

يتعرف بروتين RIG-I على تتابعات الحمض النووي الريبي الفيروسي، منشطًا الاستجابات المناعية الفطرية. المعلوم أن هذا البروتين يُحدِث تفاعلات تساهمية وغير تساهمية مع سلاسل اليوبيكويتين المرتبطة مع K63، لكن تظل كيفية تقنين تعديلات اليوبيكويتين هذه لنشاط 2CARD، أي نطاق تأشير RIG-I، للسماح بإطلاقه استجابة للحمض النووي الريبي الفيروسي والتفاعل اللاحق مع جزيء تأشير التدفق التالي MAVS. ومؤخرًا، قدم سَن هور وزملاؤه البنية البلورية لنطاق تأشير RIG-I (2CARD) الرباعي المقيد بثلاث سلاسل يوبيكويتين-K63. وجد الباحثون أن سلاسل اليوبيكويتين المرتبطة بطريقة غير تساهمية تجسر الوحيدات المجاورة من 2CARD والسلاسل المرتبطة تساهميًّا تحقق مزيدًا من الاستقرار لهذا الشكل الرباعي، الذي يشبه "حلقة تثبيت" مع سطحه خادمًا كمنصة تأشير لتجنيد وتنشيط MAVS.

Structural basis for ubiquitin-mediated antiviral signal activation by RIG-I

A Peisley *et al*

doi:10.1038/nature13140

بِنَى مستقبلات مقترنة ببروتين G

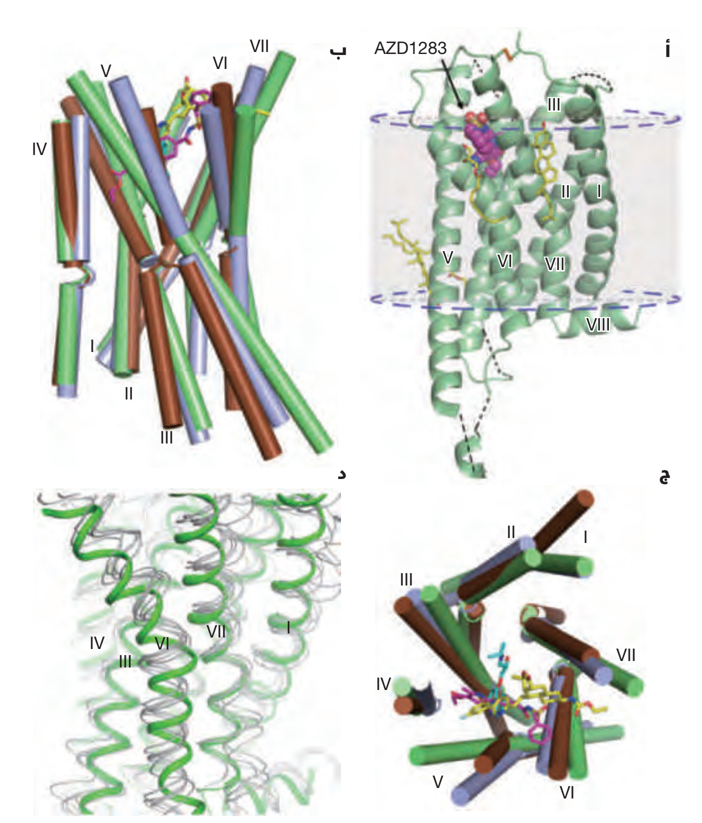
قدمت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدورية «نيتشر» البنية البلورية لمستقبل P2Y$_{12}$ البشري، أولًا في مركب مع عقار AZD1283 مانع التخثر، وثانيًا، مقيد إلى ناهض كامل (نظير قريب من الناهض الذاتي ADP)، وإلى ناهض جزئي. إنّ مستقبلات P2Y هي عائلة من مستقبِلات مقترنة ببروتين جي (GPCRs) التي تُنشَّط بواسطة نيوكليوتيدات خارج الخلية. ويوجد مستقبِل P2Y$_{12}$ بشكل رئيس على سطح الصفائح الدموية، حيث ينظم تنشيط الصفائح الدموية، وتكوين التخثر، وهو هدف أدوية عديدة مانعة للتخثر. وفي البنية الإجمالية، وُجِد أن مستقبِل P2Y$_{12}$ مشابه لمستقبِلات مقترنة ببروتين جي أخرى، رغم أن شكل ومكان الجيب المقيد للبجاند غير عادي. تكشف المقارنات بين البِنَى الثلاث المحدَّدَة حديثًا أن تقييد الناهض يستحث إعادة ترتيب واسعة لمجالات المستقبِل المقترن ببروتين جي خارج الخلية.

Structure of the human P2Y$_{12}$ receptor in complex with an antithrombotic drug

K Zhang *et al*

doi:10.1038/nature13083

الشكل أسفله | نظرة إجمالية لِبِنْيَة مستقبل P2Y12 R-AZD1283 المعقدة. أ، تمثيل كرتوني لمستقبل P2Y$_{12}$R. P2Y$_{12}$R ملون بالأخضر. يظهر عقار AZD1283 ككريات أرجوانية. الكوليسترول والشحوم لديها كربون أصفر. يظهر جسر ثاني الكبريتيد كعيدان الجير. يشار إلى الحلقات المفقودة وحدود الغشاء كخطوط متقطعة سوداء وزرقاء، على التوالي. **ب،ج،** منظر جانبي (ب) ومنظر علوي (ج) للمستقبِل P2Y$_{12}$R (اسطوانات خضراء) مقارنة مع β$_2$-AR (إضافة PDB 2RH1، بني) وPAR1 (إضافة PDB 3VW7، أزرق). يتم عرض ليجاندات AZD1283، كارازولول وفوراباكساركعيدان بلون أرجواني وأزرق سماوي وكربون أصفر، على التوالي. يتم تلوين العناصر الأخرى على النحو التالي: الأكسجين أحمر؛ النيتروجين أزرق داكن؛ الكبريت أصفر. **د،** مقارنة المستقبِل P2Y$_{12}$R مع β$_2$-AR وPAR1 ومستقبلات الأدينوزين A$_{2A}$AR (A$_{2A}$؛ إضافة PDB 3EML)، مستقبِل نوروتنسين (NTSR1؛ إضافة PDB 4GRV) ومستقبلات المواد الأفيونية K (K-OR؛ إضافة PDB؛ 4DJH). يظهر المستقبِل P2Y$_{12}$ R باللون الأخضر والمستقبلات الأخرى المقترنة ببروتين جي (GPCRs) باللون الرمادي.



UPLOAD YOUR MANUSCRIPT





nature publishing group language editing
Premium science and medical editing

Are you looking for a superior service offering language editing? Try NPG Language Editing, a premium quality, English-language editing service provided by Nature Publishing Group.

Reliability

5 years since launch



40% of customers resubmit

Study Field



Usage



of submissions so far

Reach

Submissions from 102 countries
Top numbers of submissions



Visit NPG Language Editing online to upload your manuscript and review the different services on offer.

languageediting.nature.com



QUALITY, RELIABILITY AND FLEXIBILITY AT COMPETITIVE PRICES

nature publishing group npg

مهن علميــة

علاقات عامة يحتاج العلماء للعمل كمسؤولي إعلام إلى ملكة الكتابة والاهتمام بجميع مجالات العلوم **ص. 83**

منَح تخفيض الموازنة يربك العلماء الأمريكيين، ويترك الكثيرين منهم في ريب حول مستقبلهم **ص. 85**



وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**

CLAIRE WELSH, ADAPTED FROM: PORNPHOL MANTHAM/SHUTTERSTOCK

عمـود

دليل إرشادي للمبتكرين

يقول **بيتر فيسك** إن الباحثين الذين لديهم أفكار تستحق تحويلها إلى منتجات.. بإمكانهم أن يتبعوا مسارات قيِّمة ـ لكنها غالبًا لا تحظى بالتقدير اللازم ـ باتجاه تحويلها إلى سلعة تجارية.

غالبًا ما يُجْرِي العلماء أبحاثًا علمية لتطوير الابتكارات التي يأملون في إسهامها في تحسين سبل الحياة. ويُعَدّ هذا عامل جذب أساسيًّا للكثيرين للعمل في المهن العلمية. لا يزال العديد منهم غير مدرك لكيفية التعرف على الإمكانات التجارية لاكتشافاتهم، وكيف يمكن ترجمتها إلى منتجات، أو خدمات. وقد يبدو للمبتدئين، أو غير ذوي الخبرة، أن النجاح في تحويل الابتكارات إلى سلع تجارية يحدث على سبيل الصدفة، لكن الأمر ليس كذلك. وبالرغم من أن مكاتب التحويل التقني الموجودة في الجامعات غالبًا ما تلعب دورًا حيويًّا في المساعدة على ترخيص الاختراعات، إلا أن العلماء لا يدركون أهمية دورهم في إرساء الجدوى التجارية لتقنياتهم الجديدة في وقت مبكر.

تاريخيًّا، كان العلماء يفصحون عن اختراعاتهم ـ وكذلك إمكاناتها التجارية ـ للعالم أجمع من خلال منشورات علمية في أغلب الأحوال، لكن المطبوعات الأكاديمية ـ التي غالبًا ما تكون مدفوعة الأجر ومكلفة ـ تستهدف أكاديميين آخرين، ونادرًا ما تتم مراجعتها من القطاع الصناعي، وحتى أكثر التطورات التقنية أهمية يمكن أن تظل مغمورة، نتيجةً للتوضيحات المفصلة المزعجة التي تُعَدّ السمة الرئيسة لمقالات الأبحاث العلمية.

على الباحثين الذين يعتقدون أن اكتشافاتهم لها إمكانات تجارية أن يسعوا إلى توصيل تلك المعلومات من خلال القنوات التي تستخدمها الشركات الصناعية دائمًا. ومن المنطقي ـ على سبيل المثال ـ عند نشر مقالة علمية أكاديمية في إحدى الدوريات المحكَّمة علميًّا، أنْ يتم إخطار محرِّري الدوريّة بالتأثير التجاري المحتمَل لعملهم. فقد يكون لدى الدورية طريقة ما لتوضيح هذا الجانب من العمل، سواء من خلال مقالة افتتاحية، أم تحليل، أم أيّ وسيلة أخرى. وهناك دوريات علمية عديدة تقوم بنشر ملخصات لمقالاتهم لجمهور أكبر. وتختلف سياسات الدوريات ونهجها حيال ذلك، لكن العلماء الذين لديهم طموحات لريادة الأعمال عليهم ألّا يفترضوا أن الملامح التجارية لأبحاثهم العلمية سوف تتم ملاحظتها، إلا إذا تم توضيحها على وجه التحديد للمحررين.

هناك طرق أخرى للترويج للإمكانات التجارية لاكتشافات الباحثين، فبعض المجلات التجارية ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخاصة بإحدى الشركات الصناعية ترحب بنشر مقالات قصيرة مبسطة، تصف الابتكارات وإمكاناتها التصنيعية. كما أن للعديد من المؤسسات البحثية والجامعات قسمًا للعلاقات العامة يتخصص في نشر أخبار عن الاكتشافات العلمية، خاصةً تلك التي يمكن أن تتحول إلى منتَج اقتصادي. وبإمكان العالِم الذي لديه اختراع مثير للاهتمام أن يتواصل مع المجتمعات الصناعية المتخصصة التي تتجمع حول المدونات العلمية وغيرها من وسائل الإعلام الاجتماعي. على سبيل المثال.. يوجد على موقع «لينْكِد إن» LinkedIn مجموعات لـ«أبحاث الأورام»، و«الوقود الحيوي المتطور»، وغيرها.

كما يمكن للباحثين أنفسهم أن ينطلقوا في العمل كروّاد أعمال. فإنشاء شركات هادفة إلى الربح قائمة على تقنيات يتم تطويرها في مؤسسات أكاديمية هي خطوة تتزايد أهميتها من أجل عمل تجاري ناجح. وبالرغم من أن عملية الترخيص تنتعش أكثر في المؤسسات الرائدة، إلا أن العديد من العاملين في مجال التحول التقني يعترفون بأن الحصول على الترخيص وحده ليس كافيًا للعبور بأي تقنية جديدة عبر «وادي الموت» ـ وهو تلك المرحلة التطويرية الصعبة التي يصبح فيها البحث العلمي أكثر تطبيقًا؛ وتتزايد التكاليف ـ وإلى أن يتم تَبَنِّيها تجاريًّا. إضافة إلى ذلك.. فإن إعطاء ترخيص التصنيع لطرف خارجي يؤدي إلى فصل المخترعين عن الاختراع، وهو ما قد يؤدي إلى إبطاء عملية تطوير التقنية. وعمومًا، فإن الباحثين أصحاب الإنجاز العلمي غالبًا ما يكون لديهم أفضل رؤية لكيفية تطوير الاختراع، وحل العوائق المتبقية أمام إمكانية تحويله إلى منتَج تجاري.

يبدو أن الشركات الناشئة الأكاديمية تتبع مسارات متعددة (انظر: go.nature.com/rqv7mc). وبعض الباحثين يسوِّقون ابتكاراتهم للشركات الصناعية ومجتمع الاستثمار أولًا وبشكل أساسي من خلال مكاتب التحويل التقني. ولدى العديد من مكاتب التحويل التقني في الجامعات شبكة من جهات الاتصال في المجال الصناعي، ابتداءً من «إكسون»، حتى «جينينتك»، ثم يأتي أحد المستثمرين مبديًا اهتمامًا بتقديم التمويل للشركة.

بعض رواد الأعمال الأكاديميين استطاعوا أن يفوزوا ـ في جوهر الأمر ـ بأفضل ما في العالَمين الأكاديمي والصناعي، من خلال إيجاد راعٍ صناعي لمُنْتَجهم، بينما تظل التقنية (والفريق البحثي) في أيدي المؤسسة الأكاديمية. بعبارة أخرى.. فإنهم غير مضطرِّين إلى تسليم اكتشافاتهم إلى قطاع الأعمال. وفي بعض الحالات يقوم الشركاء الصناعيون تحديدًا بتمويل مشروعات أكاديمية، بهدف تطوير مجموعة أساسية من التقنيات (والتقنيين)؛ حتى تقوم بتصنيعها في وقت لاحق. وفي حالات عديدة يكون طلاب الدراسات العليا وباحثو ما بعد الدكتوراة الذين يعملون في ذلك المشروع هم أوّل مَنْ تُعرَض عليهم وظائف للعمل مع الشركاء الصناعيين.

وعلى الباحثين أن يخطوا خطوات حذرة عند قبول مثل هذه الأموال، وأن يعرفوا ويفهموا كافة ظروف قبولها (انظر: *Nature* **453**, 1138–1139; 2008).

في بعض الأحيان يمكن أن تتحول المشروعات البحثية إلى مشروعات تجارية بمساعدة خارجية صغيرة. فخلال مسار عملهم، قد ينتج الباحثون أو أعضاء فريقهم نموذجًا أوّليًّا من نوع ما، مثل مادة كيميائية حديثة، أو أحد الكواشف البيولوجية، ثم يسمع الباحثون الاستقصائيون في المجال الأكاديمي أو الصناعي عن هذا الكاشف؛ ويبدأون في طلبه، ويحددون له سعرًا. ويحصل «الزبون» على نتائج جيدة، ويبدأ في طلب هذا الكاشف بكميات متزايدة، وربما يصبح على استعداد لدفع المزيد من المال؛ وبذلك ينتعش العمل ويستمر.

«هناك مؤسسات تقوم بتمويل منصب «رائد أعمال مُقِيم» ليقوم المُعَيَّن فيه خصوصًا بتسهيل إنشاء مشروعات تجارية قائمة على البحث العلمي».

هناك بعض الأنشطة الأساسية لروّاد الأعمال داخل المؤسسة العلمية. وغالبًا ما تتوفر لدى الجامعات التي بها كليات في مجال إدارة الأعمال كوادر من الطلاب الذين يبحثون في مختبرات مؤسساتهم عن اختراعات تقنية ذات إمكانات تجارية. إن «روّاد الأعمال» هؤلاء لديهم ميزة، لأنهم هم أول مَنْ يعرف بتفاصيل الاختراعات أو الاكتشافات. وهناك مؤسسات (مثل مختبرات لورانس بيركلي الوطنية في كاليفورنيا، ومعهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج) تقوم بتمويل منصب «رائد أعمال مُقِيم»؛ ليقوم المُعَيَّن فيه خصوصًا بتسهيل إنشاء مشروعات تجارية قائمة على البحث العلمي. إن معرفة رواد الأعمال داخل مؤسستك تتيح لك رؤى قيِّمة، ليس فقط في عملية تحويل التقنية إلى منتج تجاري، ولكن أيضًا في توجيه الأبحاث في مراحلها الأولى في اتجاه تجاري.

إنّ المؤسسات الأكاديمية والبحثية سوف تستمر في تطوير وتحسين الطرق المؤدية إلى تحويل الابتكارات التقنية إلى منتجات تجارية، لكنّ أساس أي جهد ناجح هم الباحثون أنفسهم. ومن خلال فهْم المسارات التي يمكنها أن توصِّل اكتشافاتهم إلى مشروعات تجارية تقنية ناجحة، يمكن لشباب العلماء زيادة الفرص أمام أبحاثهم؛ لتكون لها قيمة، وتأثير تجاري. إن تحقيق تقدُّم كبير في التطبيقات التجارية لا يمكن بالضرورة توقّعه، ولكن كما قال عالِم الكيمياء لويس باستير: «الثروة تدعم وتساند العقلَ المستعِد». ■

ADAPTED FROM: PORNPHOL MANTHAM/SHUTTERSTOCK

بيتر فيسك المدير التنفيذي لشركة «باكس ووتر» PAX Water للتقنية في ريتشموند بكاليفورنيا، ومؤلف كتاب «نفِّذْ أبحاثك العلمية» *Put Your Science to Work* (الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي، 2000).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


SERGEY NIVENS/ECCO/SHUTTERSTOCK

علاقات عامة

لمعلـوماتـك

يحتاج العلماء العاملون كمسؤولي الإعلام إلى أنْ تكون لديهم ملكة الكتابة، وأن يكون لديهم اهتمام واسع بجميع مجالات العلوم.

كريس وولستون

يتذكر كيرت ريسلمان بفرحة غامرة ذلك اليوم الذي أعلن فيه باحثو مختبر سيرن في سويسرا رسميًّا أنهم أخيرًا توصلوا إلى ما يبدو أنه بوزون هيجز. وقف ريسلمان يراقب المشهد، بينما كان العلماء المبتهجون في مختبر فيرميلاب في باتافيا بإلينوي يشاهدون بثًّا مباشرًا للإعلان من مختبر سيرن ـ المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات ـ الواقع بالقرب من جنيف بسويسرا. تلك اللحظة التي كانت في الساعات المبكرة من نهار يوم 4 يوليو 2012، كان لها مذاق خاص بالنسبة لريسلمان الحائز على الدكتوراة من جامعة وسكونسن ماديسون؛ إذ كان يجري حسابات نظرية لتفاعلات هيجز، لكنه لم يكن مجرد مُتابِع شديد الاهتمام في حفلة المشاهدة في فيرميلاب، ولكنْ كان هو مَنْ نَظَّمَ المناسبة وأَعَدَّ لها، واهتم بدعوة مصور من صحيفة «نيويورك تايمز» وبعض الصحفيين البارزين. لقد أراد أنْ تفهم وسائل الإعلام الأمريكية أهمية هذا الجُسيم، وأراد خصوصًا أن يعرف العالَم أن مختبر «فيرميلاب» كان له دور كبير في اكتشافه.

إن ريسلمان الذي يترأس مكتب الإعلام في «فيرميلاب» هو واحد من بين عدد متزايد من العلماء تركوا البحث العلمي ليمتهنوا العلاقات العامة، أو ـ باستخدام المصطلح الذي تفضله الجامعات والمختبرات الوطنية ـ وظيفة مسؤول الإعلام. ويقول: «نتردد في استخدام تعبير العلاقات العامة؛ فنحن لا نبيع العلوم التي ننتجها». وعندما انتشر خبر جسيم هيجز، قام بتوصيل الصحفيين بالعلماء في «فيرميلاب»، وكتب بيانات صحفية، ونشر أخبار الاكتشاف وأهميته بكل الطرق المتاحة. يقول: «حتى جيراني كانوا يسألونني عن جسيم هيجز».

تحرص المختبرات الحكومية والجامعات والشركات حول العالم على القيام بدعاية لمساعيها العلمية، وهو ما يخلق فرص عمل جديدة للعلماء ذوي المهارة في التواصل. يقول مات شيبمان مسؤول الإعلام في جامعة نورث كارولينا في رالي: «إنه بالتأكيد مجال عمل متنامٍ. فأي جامعة لديها برنامج بحثي مهم تحتاج إلى أناس يستطيعون توصيل العلوم إلى الجمهور».

هناك فرص عالمية متاحة لمسؤولي الإعلام. ففي دراسة مسحية أُجريت في عام 2013 قال 642 عضوًا من أعضاء الرابطة الوطنية الأمريكية لكتاب العلوم ـ ومقرها في بيركلي بكاليفورنيا ـ إنهم كانوا من بين الموظفين المختصين بالكتابة في مؤسسات أكاديمية أو مستشفيات أو شركات خاصة أو وكالات حكومية أو مؤسسات غير ربحية، وهو ما يمثل زيادة بمقدار 20% عن عام 2011. ولقد قام اتحاد علوم الأرض الأوروبي –ومقره في ميونيخ بألمانيا- مؤخرا بالإعلان عن وظيفة مسؤول تواصل حاصل على درجة علمية متقدمة، إما في علوم الأرض، أو في الصحافة. وكذلك قام كل من مختبر الأحياء الجزيئية الأوروبي في هايدلبرج بألمانيا، وشركة للتقنية الحيوية في سيدني بأستراليا، وجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية في السعودية، بالإعلان عن طلب مسؤولي الإعلام أو متخصصي علاقات عامة ذوي خلفية علمية قوية.

إنّ كل أشكال التواصل هي جزء من الوظيفة.. فالفيديوهات ووسائل الإعلام الاجتماعي والمدونات والبيانات الصحفية والمحادثات الهاتفية مع العلماء والمستثمرين والصحفيين، كلها جزء من العمل اليومي. يقول فرانك أوريكو، عالِم الكيمياء الحيوية الجزيئية سابقًا، الذي يعمل حاليًا في توظيف العلماء في شركة «إليمنت ساينتيفيك» للتواصل، وهي شركة مقرها في شيكاغو بإلينوي، وهي فرع لشركة العلاقات العامة العالمية «ويبر شاندويك»: «إنها بيئة غنية مليئة بالتفاعل. أنا أبحث عن أشخاص يحبون الإخبار القصصي الذي يتخطى الموضوعات الأكاديمية. وإذا أردتَ أن تتعمق في العلوم ذاتها، فإن هذه الوظيفة قد لا تكون ملائمة لك». ويضم فريقه حاليًا 14 عالِمًا يحملون الدكتوراة، واثنين يحملان دكتوراة في الطب، وهم جميعًا من الولايات المتحدة، ولندن، وهونج كونج، والفلبين. وتتنوع قائمة العملاء ما بين شركات الأدوية الكبيرة (ومن بينها «روش»، و«إيلي لِيلِي») ومجموعات أبحاث الطب الحيوي (مثل معهد جلادستون في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا، ومبادرة أوريون بيونتووركس التي تتعاون فيها عدة مؤسسات)، وحتى جامعة أيوا في مدينة أيوا.

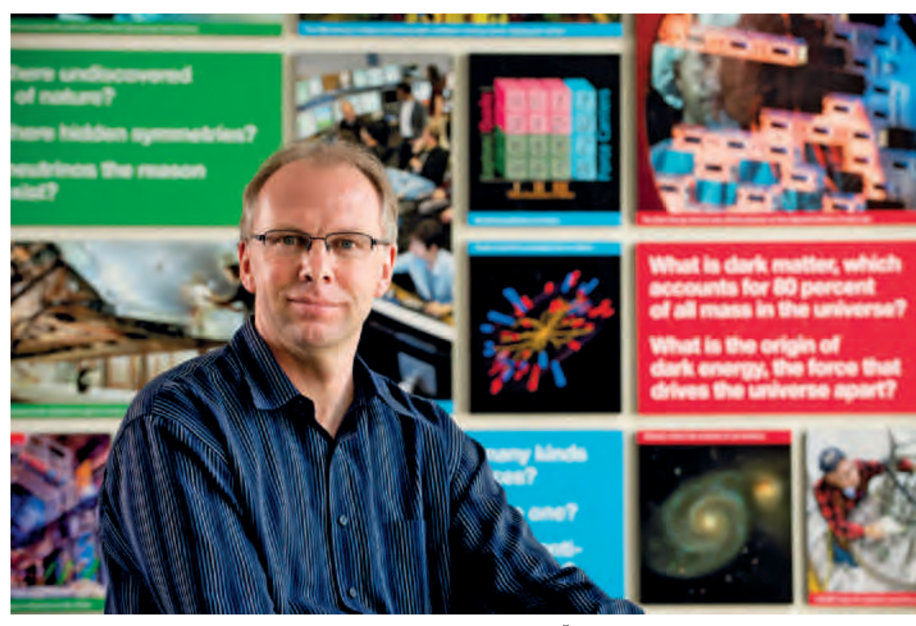
إن أولئك الذين ينجحون في المسار المهني للعلاقات العامة العلمية غالبًا ما يكونون مهتمين بالحديث عن العلوم أكثر من الاهتمام بإجراء تجاربها. لقد كان مسار مسؤول الإعلام المهني ملائمًا جدًّا لجوناثان وود، مدير العلاقات الطبية في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة. يقوم وود بتغطية أقسام العلوم الطبية المتعددة بالجامعة، وهو ما يعني أنه يكتب في أحد الأيام تدوينةً عن العلاقة ما بين الرائحة، والذكريات.. وفي يوم تالٍ يكتب مقالًا صحفيًّا عن علاجات السرطان.

أمّا ما يُعَدّ غير مستساغًا في هذه الوظيفة، فهو التحكم في الخسائر. فوظائف العلاقات العامة غالبًا ما تتطلب أكثر من مجرد الترويج للعمل الرائع للمؤسسة. ولقد ساعد وود مؤخرًا في صياغة بيان أصدرته المؤسسة حول مزاعم قيام أحد طلاب الدكتوراة في الجامعة بسوء سلوك علمي، ترتَّبَ عليه قيام الجامعة بسحب ورقة بحثية بعد نشرها في دوريّة «سيل ميتابوليزم».

الكتابة طريق للوصول

وود حاصل على درجة جامعية في الفيزياء من جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة، ودرجة الدكتوراة من جامعة ليدز في المملكة المتحدة، لكنه لم يكن أبدًا شغوفًا بالعمل في المختبر. ويقول: «أدركت أن ما كنت أستمتع به حقًّا هو نادي الصحافة، والتقديم في الاجتماعات. وفي عام 2006، فاز في مسابقة «فيملاب»، وهي مسابقة اتصال مرموقة، يبرز فيها العلماء عروضًا تقديمية حيّة أمام لجنة من الحكام. ويضيف: «تمكنتُ من العمل مع بعض أفضل الباحثين في العالم ممن كان لديهم الفرصة لتحسين الرعاية الصحية».

ليس كل عالِم مُيَسَّر له أن يكون مسؤول علاقات ◄



REIDAR HAHN/FERMILAB

ترك كيرت ريسلمان مجال الفيزياء عالية الطاقة، لتَوَلّي شؤون العلاقات العامة في مختبر فيرميلاب في باتافيا بإلينوي.

◀ عامة محترفًا، حسبما يوضح المستشار في مجال التواصل العلمي دينيس ميريديث، عالِم الكيمياء الحيوية ومسؤول الإعلام السابق في معهد كاليفورنيا للتقنية في باسادينا وفي أماكن أخرى. ويضيف قائلًا إنه يطرح على مسؤولي الإعلام المحتملين سؤالًا بسيطًا: «هل تعتبر الكتابة جزءًا من شخصيتك؟ إذا لم يكن كذلك، فإن هذا المجال لن يكون مُرضيًا لك بشكل كبير». كما يرى أنه يتوجب على العلماء أن يكونوا على استعداد للتفكير خارج نطاق اهتمامهم العلمي الضيق، وهي موهبة تتأتى ببساطة مع أناس دون آخرين. يقول ميريديث: «لطالما كان لديَّ أنا شخصيًّا اضطراب يشتت الانتباه الفكري. فعليك أن تكون مستعدًا لأنْ تكون لديك خبرات واسعة النطاق وقليلة العمق».

في الماضي، كان العديد من العلماء الذين لديهم ملكة الكتابة وليس لديهم الكثير من الفضول يهجرون المختبر، ويسعون إلى وظيفة في الصحف أو الدوريّات، لكن هذا المهرب بالتحديد بدأ يتقلص سريعًا في ظل تسريح الصحف والدوريّات لموظفيها (انظر: *Nature* **494**, 271–273; 2013). يقول ميريديث: «إن الفرص المتاحة أمام العلماء ليصبحوا مسؤولي إعلام أفضل بكثير من فرصهم لأنْ يصبحوا صحفيين، لأن هذا المجال بدأ يذبل». ومجددًا، يضيف ميريديث أنّ هناك العديد من الصحفيين المخضرمين يسعون لترك هذا المجال، وهو ما يعني أن العلماء سينتهي بهم المطاف إلى أنْ يتنافسوا على وظائف مسؤولي الإعلام مع صحفيين محترفين يحملون درجات علمية عالية في مجال الصحافة، وذوي مستوى رواتب مرتفع.

يعتقد ميردث أن العلماء غالبًا ما يستحقون أن تكون لهم الأفضلية في هذه المقارنة. وبالرغم من أن العديد من الصحفيين يصبحون مسؤولي إعلام ناجحين وفاعلين للغاية، إلا أن لديهم بعض القيود. وأكثرها وضوحًا، حسبما يرى ميردث، أن العلماء لديهم خبرة أكبر بكثير في قراءة الأوراق العلمية بالتفصيل؛ لإيجاد أكثر المقاطع إثارة لاهتمام الجمهور، حتى إنْ كانوا يعملون خارج مجال تخصصهم. كما أن الصحفيين أحياناً ما يكون لديهم فهْم محدود لسياسات أقسام البحث العلمي بالجامعات، وهو المجال الذي يعرفه جيدًا كل العلماء.

يقول ميريديث: «عندما يصبح الصحفي مسؤول الإعلام، فإن الأمر أشبه بعاشق للطعام يتحول إلى طاهٍ». ويوضح قائلًا: «إنهم لا يفهمون بالضرورة العملية المؤسسية الداخلية». ولسوء الحظ، فإن الجهات الإدارية في الجامعات ـ تلك المخوَّلة بالتعيين ـ لا تعطي دائمًا ثِقَلًا للخبرات العلمية. «فالكثير من نواب رؤساء الجامعة يقولون إنهم يحتاجون إلى تعيين صحفي في مكاتب الإعلام بجامعاتهم»، حسب قول ميريديث. مضيفا: «بإمكان العلماء إقامة الحجة في هذا الجدل».

وينصح ميريديث طلاب الدراسات العليا أو باحثي ما بعد الدكتوراة المهتمين بالعمل كمسؤولي إعلام بأن يعرضوا خدماتهم على مكتب الشؤون العامة في جامعاتهم، أو في المنظمات الرئيسة المنوطة بتخصصاتهم العلمية. كما أن نشر عدة منشورات إعلامية أو قصص إخبارية على الإنترنت بإمكانه أن يساعد العلماء على فهْم الوظيفة، وفي الوقت ذاته يقومون بتكوين مجموعة متنوعة من عيِّنات الكتابة. ويقول أوريكو ـ من منظمة «إليمينت ساينتيفيك» ـ إنه قام مؤخرًا بتعيين اثنين من حاملي درجة الدكتوراة، بناءً على قوة مدوناتهما العلمية المنشورة على الإنترنت.

بدأ ريسلمان العمل في مجال الاتصال في ألمانيا ـ بلده الأصلي ـ من خلال القيام بأعمال توعية عرَضية في أحد متاحف العلوم خلال فترة أبحاث ما بعد الدكتوراة في مختبر DESY، وهو المختبر الألماني للفيزياء عالية الطاقة في هامبورج. ويقول ريسلمان: «إن الدخول إلى هذا المجال بالطريقة التي دخلت بها إليه أصبح أكثر صعوبة». ويوضح قائلًا إنه في الآونة الأخيرة بدأت المؤسسات التي تريد تعيين علماء في مناصب مسؤولي الإعلام تطالب المرشحين للوظيفة بالحصول على تدريب على الكتابة في مؤسسة متخصصة.

هناك جامعات عديدة تقدم برامج للكتابة أو التواصل العلمي، وهو ما يعطي العلماء فرصة لشحذ مهارات الكتابة، وتطوير سِيَرِهِم الذاتية. وتركِّز بعض البرامج على الصحافة، فيما تقدم أخرى تعليمًا متخصصًا في العلاقات العامة وعمل مسؤولي الإعلام (انظر: «تدريب مسؤولي التواصل»).

تغطية المجال

بعد حصولها مباشرة على الدكتوراة في عام 2005 في علم المواد من جامعة كاليفورنيا بسانتا باربرا، بدأت أديتي ريسباد دراسة لمدة عام في التواصل العلمي بجامعة كاليفورنيا في سانتا كروز. وتقول: «لا أرى نفسي أحب البحث العلمي بدرجة كافية لأجعله مساريَ المهني. فعرفتُ أني أريد أن أدخل مجال العلاقات العامة».

خلال الوقت الذي قضته في سانتا كروز تدرَّبَتْ ريسباد في مكتب التواصل في مركز ستانفورد الطبي في كاليفورنيا، حيث كانت تكتب النشرات الإعلامية، وقصصًا إخبارية عن كافة أنواع الأبحاث الطبية. وبعد التخرج، قام أوريكو بتعيينها في ويبر شاندويك. وسرعان ما أصبح

تدريب مسؤولي التواصل

بعض الدورات الدراسية المتاحة

● كلية إمبريال كوليدج لندن تقدم برنامج ماجستير في التواصل العلمي، مدته عام، يساعد في إعداد الطلاب لوظائف في العلاقات العامة، والصحافة، والمسارات الوظيفية المشابهة.
go.nature.com/suspq8

● جامعة بون رين زيج للعلوم التطبيقية تقدم برامج ماجستير في اتصالات التقنية والابتكارات في مقرها في زانكت أوجستين بألمانيا.
go.nature.com/t1otva

● جامعة أوتاجو في دوندين في نيوزيلندا تقدم ماجستيرًا في التواصل العلمي لمدة عامين، ويغطي كافة أشكال الصحافة العلمية.
go.nature.com/xcddjl

● درجة الماجستير في التواصل العلمي والصحي من جامعة فلوريدا في جاينسفيل تُقدَّم للعلماء الراغبين في الحصول على تدريب على التواصل، والصحفيين الراغبين في التخصص في الصحافة العلمية.
go.nature.com/dezv5d

● يقدم معهد ماساتشوستس للعلوم والتقنية في كامبريدج ماجستيرًا لمدة عام في الكتابة العلمية.
sciwrite.mit.edu

● برنامج ماجستير في الصحافة العلمية والصحية في جامعة إنديانا في بلومنتون يتضمن دورات دراسية في كتابة تقارير الشؤون العامة.
go.nature.com/artucl

● برنامج التواصل العلمي لمدة عام في جامعة كاليفورنيا بسانتا كروز، متاح فقط لحاملي الدرجات العلمية، ومَنْ لديهم على الأقل بعض الخبرة في البحث العلمي.
scicom.ucsc.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من بين مهامها كتابة افتتاحيات من 15 صفحة حول تولُّد الأوعية في الأورام، وعلاجات التصلب المتعدد. تقول: «كان عليّ أن أعلّم نفسي بنفسي في المجال الطبي؛ فاشتريت كُتُبًا دراسية».

تعمل ريسباد حاليًا مسؤولة الإعلام في كلية الهندسة بجامعة يوتاه في سولت ليك، وقد كتبت مؤخرًا عن مهندسي كهرباء استخدموا طابعة حبر رخيصة الثمن؛ لصناعة هياكل بلازمية متناهية الصغر، تتيح استخدام أشعة ضوئية لنقل البيانات فوق أسطح معدنية. وفي لقاء صحفي مع أجيا ناهاتا ـ أستاذ الهندسة، والهندسة الحاسوبية في الجامعة ـ حصلت ريسباد على التصريحات الملائمة التي تضمن أن تحوز على اهتمام الصحفيين. فقد أخبرها ناهاتا أن الأجهزة البلازمية «لديها المقدرة على أن تجعل الأجهزة اللاسلكية مثل البلوتوث أسرع بألف مرة مما هي عليه اليوم».

من الطب إلى الهندسة، يُعَدّ هذا النوع من التعددية هو السمة الرئيسة لمسؤول الإعلام الجيد. يقول ميريديث: «دائمًا ما كنت أشعر بالرهبة عند إجراء حوار مع العلماء. وقد قالت لي عالمة فلك بارزة إنها تخشى مسؤولي الإعلام، لأن لديهم خبرات في عديد من المجالات. لقد أثلجَتْ هذه المقولة صدري». ■

كريس وولستون كاتب حر من بيلينج بمونتانا، وخريج برنامج الاتصال العلمي في جامعة كاليفورنيا بسانتا كروز.

AKINDO/VETTA/GETTY

منح

عاصفة تمويليّة

أدّت عدة إحباطات في الموازنة إلى إرباك العلماء الأمريكيين؛ وتركت الكثيرين منهم في ريب حول مستقبلهم.

هيلين شين

في مايو الماضي، كانت هايدي فيشر تخشى من انتهاء مسارها المهني كعالمة الوراثة التطوُّرية. وبالرغم من أنها كانت تجري أبحاث ما بعد الدكتوراة في مختبر كبير وناجح في جامعة هارفارد في كمبريدج بماساتشوستس، وكان لديها العديد من الأبحاث المنشورة، إلا أنها كانت تصارع للحصول على منصب جامعي في جامعةٍ تستطيع فيها استكمال دراستها حول استراتيجيات التزاوج التكيُّفية في فصيلة الفئران الغزلان.

كانت استمارة طلبها لمنحة K99 في عام 2012 من المعاهد القومية للصحة في بيثيسدا بولاية ميريلاند الأمريكية ـ وهو التمويل الذي كان من شأنه أن يساعدها على إنشاء مختبر مستقل ـ قد حققت نتيجة جيدة بالمعايير النموذجية السنوية، لكن تقليل الإنفاق الذي لاح في الأفق في 2013، وكذلك التوقعات المالية التي سادها الكثير من الغموض دفعتْ بخط نفقات المعاهد القومية إلى الأسفل (وهو الخط الفاصل بين المِنَح التي سيتم تمويلها، وتلك التي لن تُموَّل)، دفع استمارة طلب المنحة التي قدمتها فيشر إلى فئة «المحتمل» واسعة النطاق، ليتم تقرير مصيرها حالما تستطيع الوكالة إجراء تقييم كامل لتوقعات ميزانيتها.

بعد تأخير مقلق استمر ستة أشهر، علمت فيشر أنها لن تتسلم المنحة. وفي ظل هذه الصدمة، فكّرت في السعي لوظيفة في مجال تعليم التقنية الحيوية، أو الخدمات القانونية، أو حتى في الفن. وتقول: «فكّرتُ إذا لم أستطع الحصول على منحة الآن، فهل سأبقى أصارع على هذا المنوال طوال مسار عملي؟»

ثم بعد شهر، وفي تغيُّر غير متوقَّع للأحداث، علمت أن المعاهد القومية للصحة وجدت مبلغًا صغيرًا إضافيًّا من التمويل لدعم منحتها. وقد تلقّت الآن عرضًا لمنصب جامعي في جامعة بحثية رائدة في الولايات المتحدة.

إنّ مِثْل هذه التقلبات والمنعطفات أصبحت أكثر شيوعًا في الولايات المتحدة، نتيجة الاضطرابات المزمنة في الموازنة. وكان أشدها تأثيرًا تقليل الإنفاق الحكومي المسمَّى بحجز الموازنة ـ الناتج عن فشل الكونجرس الأمريكي في الاتفاق على خطةٍ للحدّ من عجز الموازنة ـ الذي خفّض 5% من ميزانية وكالات العلوم في مارس 2013. وفي أكتوبر 2013، أدّت المعارك الحزبية حول الميزانية إلى إغلاق حكومي لمدة 16 يومًا (انظر: ;*Nature* **502**, 13-14 2013) أدَّى إلى وقْف كافة برامج العلوم المموَّلة فيدراليًّا تقريبًا، وهو ما ترك عواقب وخيمة على بعض الأبحاث المرتبطة بالوقت.

وقد تحسَّن الوضع بعض الشيء؛ ففي يناير 2014 أصدر الكونجرس اتفاقًا لنفقات عام 2014؛ أدّى إلى وقف حَجْز الموازنة لمدة عامين، وإلى زيادة طفيفة في ميزانيتي المؤسسة القومية للعلوم في أرلينتون بفيرجينيا، والمكتب العلمي التابع لوزارة الطاقة الأمريكية عن مستواهما في عام 2012، لكن المعاهد القومية للصحة تلقّت خفضًا في ميزانيتها، قدره 800 مليون دولار، لتستكمل بذلك هبوطها المستمر منذ 10 سنوات (انظر: *Nature* **505**, 461–462; 2014).

بعض المراقبين يعبِّرون عن قلقهم مِن أنّ أزمة العام الماضي ستستمر لبعض الوقت في التأثير على سلوك العلماء وقراراتهم في العمل. تقول لوري جليمشير، عميد كلية طب وايل كورنيل في نيويورك: «إن طلاب الدراسات العليا الذين ينظرون إلى الباحثين الرئيسين الذين يقودون مختبراتهم، ويرون قدر المعاناة التي يمرون بها، يعزفون عن الخروج إلى المجتمع الأكاديمي، وإنشاء مختبراتهم ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخاصة». وتضيف: «أنا متأكدة من أننا سنخسر بعض علماء الجيل القادم».

إحصاءات مُحْبِطة

إن حَجْز الموازنة أدَّى إلى تخفيض شديد في تمويل المعاهد القومية للصحة بمقدار 1.55 مليار دولار، وهبطت معدلات نجاح طلبات المِنَح إلى مستوى تاريخي، بلغ 16.8%، طبقًا لتصريحات سالي روكي، نائبة مدير المعاهد القومية لشؤون الأبحاث الخارجية. وفي تحليل أُجري في إبريل الماضي، وتناوَل المنح من الدرجة R ـ وهو أشهر أنواع المنح البحثية التي تقدمها المعاهد القومية للصحة ـ أفادت الجمعية الأمريكية للكيمياء الحيوية والأحياء الجزيئية في روكفيل بولاية ميريلاند أن الوكالة قامت بتمويل عدد أقل بمقدار 1000 شخص في العام الماضي، بانخفاض نسبته 4% عن العام الذي سبقه. وكان هذا الرقم قد انخفض بمقدار 150 شخصًا فقط ـ أو 0.5% ـ بين عامي 2011، و2012. يقول رئيس الجمعية، جيريمي بيرج: «إنّ فَقْد التمويل لمدة عام لا يمثل بالضرورة نهاية العمل في تلك المهنة، لكن بعض الناس وصلوا بالفعل إلى حافة الهاوية».

في إبريل 2013، نَفَدَ ما لدى يونتاو وو ـ الباحث في مجال فيروس نقص المناعة البشرية في جامعة جورج مايسون في ماناساس بفيرجينيا ـ من تمويلٍ مصدره المعاهد القومية للصحة، وذلك بعد فشل محاولتَين لتجديد منحته من فئة R01؛ فقام بتسريح فنيّ المختبَر الوحيد لديه، وعلى مدار العام الماضي كان يدير مختبره بنحو 3 آلاف دولار شهريًّا، يحصل عليها إجمالًا من تمويل الجامعة، وإسهامات القطاع الصناعي، وحملة جمْع تبرعات خاصة. وبالكاد تغطي الميزانية تكلفة الإبقاء على الخلايا المستزرَعة على قيد الحياة، وإجراء بعض التجارب الصغيرة. وقد قام بتقديم نحو 14 استمارة طلب مِنَح إلى المعاهد القومية للصحة خلال العام الماضي، وهو متفائل بأنّ واحدة منها على الأقل ستنجح، لكنه قَلِق بشأن الانطباع الدائم للعام الماضي على طلاب الدراسات العليا لديه، الذين رأوا أبحاثهم تسير ببطء إلى هذا الحد. ويقول: «لقد رأوني أعاني، ورأوا المختبر يعاني حقًّا».

طريق وَعْر

لا يعاني فقط الباحثون المموَّلون من قِبَل المعاهد القومية للصحة، نتيجة حَجْز الموازنة. ففي المؤسسة القومية للعلوم تم تمويل مِنَح أقل في عام 2013 بمقدار 690 منحة ـ بانخفاض قدره 6% عن عام 2012 ـ طبقًا لتقرير أصدره مكتب مُساءلة الحكومة الأمريكية في إبريل الماضي.

وقد شهدت العلوم الطبيعة بعض الانتعاش بعد الصدمة الأولى في مارس 2013. فقد هدَّد حجْز الموازنة بإغلاق أو تأخير تدشين عدة مبادرات فيزيائية واسعة النطاق، بما فيها تجربة الانصهار المغناطيسي بجهاز Alcator C-Mod في معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج (انظر: *Nature* **487**, 420; 2012)، لكن في يونيو 2013، وفي استجابة للكونجرس، قامت وزارة الطاقة بنقل بعض المال؛ للإبقاء على تجربة الـ C-Mod، وإلغاء عمليات التسريح التي كانت مقرَّرة (انظر: *Nature* **498**, 527-528; 2013). كما تَلَقَّى المشروع مع غيره من المبادرات الفيزيائية تعزيزات تمويلية متواضعة، لكنها منقِذة من الهلاك، كجزء من اتفاق الإنفاق الفيدرالي لعام 2014، الذي بلغت قيمته 1.1 تريليون دولار، ووافق عليه الكونجرس في يناير 2014 (انظر: *Nature* http://doi.org/r73; 2014).

هناك مشروعات كبيرة أخرى ـ مثل مرصد براكين ألاسكا ـ لم تُبْلِ بلاءً حسنًا (انظر: *Nature* http://doi.org/r74; 2013)، فالتمويل المخصَّص لجامعة ألاسكا فيربانكس لدورها في برنامج مراقبة البراكين ـ وهو برنامج تتعاون فيه هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في ريستون بفيرجينيا، وإدارة المسوح الجيولوجية والجيوفيزيائية لفيربانكس في ألاسكا ـ تقلَّص من مليون دولار إلى 513 ألف دولار، طبقًا لتصريحات جيف فريميولر، العالِم المنسِّق للمشروع. ويقول إن هذا الإجراء قد أتى على ما تبقَّى بعد سنوات من تضاؤل ميزانيات البحث العلمي، مضيفًا: «نحن على وشك فقدان قدراتنا على رصد اثنين من البراكين».

ويوضح فريميولر أن فقدان بيانات الزمن الحقيقي لثوران البركان من شبكات الرصد قد سدّد ضربة للجيل القادم من علماء البراكين، كما أنه يهدد سلامة الملاحة الجوية.

ومنذ حدوث تخفيضات حجز الموازنة.. لم تتمكن الجامعة من استبدال طلاب الدراسات العليا الذين انتهت فترة عملهم في مرصد براكين ألاسكا، وهم مَنْ كانوا يقومون بالتنقيب عن البيانات في نحو 200 محطة لرصد الزلازل؛ بغرض معرفة كيفية عمل البراكين.

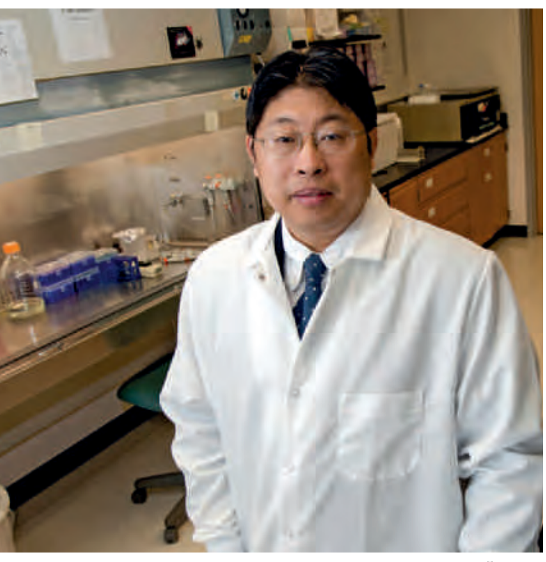
اختبارات التدريب

كان من الصعب تقدير حجم التأثيرات الكاملة لحجز الميزانية على طلاب الدراسات العليا وباحثي ما بعد الدكتوراة حول البلاد، لكن هذه هي بعض التقديرات الإقليمية: ففي أكتوبر الماضي، أظهرت دراسة مسحية لـ230 عالمًا متدربًا في جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو أن 71% من طلاب الدراسات العليا، و78% من باحثي ما بعد الدكتوراة يعتقدون أن مناخ الموازنة الحالي قلَّل من رغبتهم في متابعة مسارات مهنية للبحث العلمي في الوسط الأكاديمي. وتأمل مجموعة سياسات العلوم في الجامعة ـ وهي المنظمة الطلابية التي قامت بصياغة الدراسة المسحية ـ في أن تكرِّر الدراسة في جامعات أخرى.

وقد لاحظ مختصو التطور الوظيفي في عدة مؤسسات بعض الأنماط الشائعة الناشئة بين شباب العلماء. فعلى سبيل المثال.. تقول ليزا كوزلوسكي ـ مساعد العميد لشؤون باحثي ما بعد الدكتوراة والتوظيف في كلية جيفرسون للدراسات العليا في علوم الطب الحيوي في فلاديلفيا بولاية بنسلفانيا ـ إنها تعقد جلسات استشارات للمزيد من باحثي ما بعد الدكتوراة الذين يأتون إليها، وقد تم مَنْحهم بضعة أشهر لترتيب أمورهم، وتَرْك مختبراتهم حالما ينفد تمويلهم.

> «إذا لم أستطع الحصول على منحة الآن، فهل سأبقى أصارع على هذا المنوال طوال مسار عملي؟»
> هايدي فيشر

وتقول كوزلوسكي إن مأساة الماضي يجب أن تدق أجراس الخطر لكافة العلماء المتدربين، حتى بالنسبة إلى أولئك الذين نجو من أسوأ تأثيرات حجز الموازنة. وتضيف قائلة إن هناك الكثير جدًّا من طلاب الدراسات العليا وباحثي ما بعد الدكتوراة يتأخرون في وضع خطط طويلة الأمد لمسارهم المهني، أو ـ ببساطة ـ يتجاهلون أهميتها. إن التخطيط المسبق ـ بما يتضمنه من تشبيك مهني، وتنمية مهارات القيادة ـ بات أكثر أهميةً من أي وقت مضى، في ظل المناخ التمويلي الذي يكتنفه الغموض. وتنصح كوزلوسكي قائلة: «ابدأ مبكرًا، حتى إنْ ظننتَ أنك مستقر في مختبرك، وتحصل على تمويل جيد».


EVAN CANTWELL/GEORGE MASON UNIV.
لم يتمكّن يونتاو وو من تجديد منحة المعاهد القومية للصحة.

يقول العديد من مختصِّي التطوير المهني إنّ الميزانيات المُحْبِطَة تدفع بالعلماء المتدربين إلى أن يبحثوا خارج المجال الأكاديمي. لقد لاحظتْ سيبي أندرسون-تومكينز، مديرة شؤون أبحاث ما بعد الدكتوراة في جامعة نورث كارولينا في شابل هيل، في العام الماضي حدوث نقلة نوعية، تمثَّلَت في تحوُّل اهتمام الطلاب إلى اتجاه الوظائف المتعلقة بالتواصل العلمي وسياسات العلوم. وتوضح قائلة: «أعتقد أنهم أدركوا في ظل حجز الموازنة أن صناع القرار غالبًا لا يفهمون البحث العلمي، ولا تأثيراته».

من بين أولئك الذين يفكرون في هذه الخطوة.. باحثة ما بعد الدكتوراة ميليسا أوكونور من الجامعة الطبية في ساوث كارولينا في تشارلستون. ففي مواجهة نقص الميزانية، اختار المشرف عليها أن يُنْفِق المبلغ المتبقي من منحة R01 على جمع البيانات؛ لدعم استمارة طلب منحة يقدمها في المستقبل، بدلًا من أن يتقدم بطلب لتجديد تمويله. وهذا يعني أن المبلغ المخصَّص لدعم أبحاث أوكونور حول إشارات خلايا المناعة قد نفد في شهر مايو.

انخرطت أوكونور في أنشطة الدفاع عن العلوم. وفي أكتوبر 2012 تم اختيارها لزمالة سياسات العلوم لمدة عام، المقدَّمة من الجمعية الأمريكية لعلم الصيدلة والعلاجات التجريبية في بيثيسدا. تقول أوكونور عن اهتمامها الوظيفي الجديد: «سواء حصلتُ على مسار وظيفي في هذا الاتجاه، أم لا، سوف أظل منخرطة بفاعلية في هذا الأمر».

في وقت قريب، قد تجد أوكونور نفسها وغيرها من العلماء المدافعين الشباب يتعاملون مع مجموعة جديدة من تحديات الموازنة. فبينما يناقش الكونجرس ميزانية فيدرالية للعام المالي 2015، فإن الانتخابات المقبلة سوف تستقطب ـ على الأرجح ـ نقاشات على غرار الشقاقات الحزبية ذاتها، التي تسبَّبت في اندلاع الفوضى في العام الماضي، حسبما تشير جنيفر زايتزر، مديرة العلاقات التشريعية في اتحاد الجمعيات الأمريكية للأحياء التجريبية في بيثيسدا. وما لم يستطع الكونجرس الاتفاق على خطة بديلة، فإن حجز الميزانية سوف يعود مجددًا في عام 2016. وتقول زايتزر: «إنه متنفَّس صغير قبل الجولة المقبلة من مشكلات الموازنة». ■

هيلين شين كاتبة حرة من ماونتن فيو بكاليفورنيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نقطة تحوُّل
جويل إلمِكْويست

مِثْل معظم المرشدين العظماء، يشير جويل إلمكويست إلى مَنْ سبقوه، باعتبارهم قدوة في الإرشاد الجيد. ويأمل إلمكويست ـ الفائز بجائزة الإرشاد لعام 2014 من «الرابطة القومية الأمريكية لباحثي ما بعد الدكتوراة»، وهو عالِم الأعصاب بالمركز الطبي بجامعة تكساس ساوثويسترن في دالاس ـ في أن يكون هو أيضًا قدوة، وأن يأخذ عنه مرؤوسوه فهمه لأهمية الإرشاد الجيد. وقد تسَلَّم إلمكويست الجائزة في 4 إبريل في جامعة واشنطن بسانت لويس.



ما الذي جعل ممن أرشدوك أشخاصًا ذوي قيمة عظيمة؟

تعلمت أمورًا مختلفة من كل واحد منهم. لقد علمني ـ في الأساس ـ مرشدي الأكاديمي في مرحلة الدراسات العليا كيف أكون عالمًا؛ وكيف أصمم تجربة علمية، وكيف أنشئ نظام تحكُّم سليمًا. كما وفر لي في فترة أبحاث ما بعد الدكتوراة الحرية لأفعل ما أشاء، مع وجوده دائمًا بجانبي، إذا ما احتجت إلى مساعدته. كما أنه رسَّخ فيَّ أهمية الكتابة، لأن جزءًا من تقييم العلماء يعتمد على قدْر المِنَح التي حصلوا عليها، والأوراق العلمية التي نشروها، فالأمر ليس مرتبطًا فقط بالذكاء، وإجراء التجارب، والعمل الدؤوب.

ما هي النصائح التي حصلتَ عليها فيما يخص الكتابة؟

قبل أن أبدأ أبحاث ما بعد الدكتوراة، كتبت مع مرشدي الأكاديمي استمارة لطلب الحصول على منحة. كتبت مسودة وأرسلتها إليه، فأعاد إرسالها إليّ وعليها علامات بقلم أخضر، وأرفق ملاحظة أنّ حبره نفد؛ فاستخدم بدلًا منه قلمًا أحمر. في ذلك الوقت، شعرت باضطراب شديد، وأحسست أن الأمور خرجت عن السيطرة، فقد كان عالمًا شهيرًا في هارفارد، وكنت أنا مجرد طالب دراسات عليا يجلس في مختبر صغير بجامعة أيوا، لكنه أرفق ملاحظةً مشجِّعة تقول إن المراجعة هي جزء مهم من العملية، وقد كان ذلك درسًا قيِّمًا.

كيف تنقل مثل هذه النصيحة إلى مَنْ تقوم بتوجيههم؟

أشجع طلابي وباحثي ما بعد الدكتوراة دائمًا على كتابة المسودة الأولى، وأشجعهم على الحصول على إضافات من أعضاء آخرين في المجموعة البحثية.. فكل واحد من مجموعتي يقوم بكتابة استمارة طلب الزمالة. ودائمًا ما أقول لأيٍّ من باحثي ما بعد الدكتوراة: إذا حصلتَ على زمالة؛ فهذا سيساعد فيما يخص الميزانية، وفي بناء سيرتك الذاتية، والأهم.. أنه سيساعدك على تعلُّم فن كتابة طلبات المنح.

لقد أشار بيان ترشيحك للفوز بجائزة «الرابطة القومية لباحثي ما بعد الدكتوراة» إلى اهتمامك الشديد بالتعاون. كيف تقوم بتشجيع ذلك التعاون؟

يزداد التعاون لدى خلْق بيئة لا يخشى فيها الناس من الاختلاف حول ترجمتهم للنتائج البحثية. ويتوجب على الباحث الرئيس أن يكون كريمًا فيما يخص حقوق التأليف. وإذا كنتَ في حاجة إلى متعاونٍ رئيس من خارج المجموعة، فلا تجعل القلق البالغ حيال حقوق التأليف يعوق تحقيق تقدُّم في البحث العلمي. كما أنه من الضروري ألا يكون لديك شخصان من المجموعة نفسها يتنافسان، وهذا أمر صعب. أحاول أن يكون لديَّ شخصان أو ثلاثة في مختبري، يعملون معًا في الوقت نفسه على شيئين أو ثلاثة، لكنني أحاول أن أضمن أن تكون لديهم أدوار واضحة، وأنهم بالعمل معًا يتآزرون، بدلًا مِن أن يتنافسوا.

ما هي فلسفتك العامة في الإرشاد الأكاديمي؟

دائمًا ما أوفّر لطلابي وقتًا. فقد كان مرشدي الأكاديمي ـ خلال عملي كباحث ما بعد الدكتوراة ـ شخصًا مشغولاً للغاية، إذ كان رئيس قسم بالجامعة، وعضوًا بعددٍ لا يُحصى من اللجان، ولديه أبحاثه الخاصة، وكان رئيسًا لتحرير مجلة كبيرة، لكنه كان دائمًا متاحًا عندما أحتاجه. وقد علّمني ألّا أتدخّل في تفاصيل الأبحاث، باستثناء إذا احتاج مساعدتي واحدٌ من باحثي ما بعد الدكتوراة التابعين لي. إنّ توجيه باحثي ما بعد الدكتوراة في كافة التفاصيل غالبًا ما يؤثر على إنتاجك العلمي، لكن التوجيه الجيد للباحثين يجتذب المهارات، وهو ما يؤدي إلى استدامة نجاح مختبرك.. فباحثو ما بعد الدكتوراة، والطلاب المحتمَلون يتفحصون أوراقك البحثية بالطبع، لكنهم يضعون بعين الاعتبار أين انتهى المطاف بالأشخاص الذين عملوا في مختبرك.

كيف تشجِّع قدرات الإرشاد الجيد لدى باحثي ما بعد الدكتوراة الذين ترأسهم؟

قبل أن يغادروا مختبري، أجلسُ معهم، وأتحدث عن الإرشاد. أحاول أن أقدم لهم نماذج جيدة، مثل كيف كان مرشدي الأكاديمي كريمًا معي خلال أبحاث ما بعد الدكتوراة، ليس فقط بوقته، ولكن أيضًا بتوصيلي إلى معارفه. فعلى سبيل المثال.. ساعدني على أن أحصل على مساحة للتحدث في بعض الاجتماعات، وسهّل لي الحصول على دعوات لحضور بعض الاجتماعات والمؤتمرات المهمة. أحاول أن أفعل أمورًا مماثلة؛ فأستخدم علاقاتي لصالح المتدربين التابعين لي. كما علمني مرشدي أن أكون واثقًا في مهاراتي، وأن أفكر فيما يستطيع الأشخاص العاملون في مختبري أن يأخذوه معهم عندما يغادرون. ■

أجرى الحوار: بول سماجليك

توازن العمل والحياة
توقعات الإرهاق

خلصت دراسةٌ إلى أن النساء أكثر قابلية من الرجال لأنْ يجدوا العمل يطغى على حياتهم المنزلية؛ وبالتالي فهن أكثر قابلية للإرهاق. وقام مؤلفو الدراسة (V. Blom *et al*. *J. Occup. Environ. Med.* **56**, 361-366; 2014) بعمل دراسة مسحيّة لعدد 4446 توأمًا في السويد؛ للتحقيق في محددات تأثير العمل على الواجبات المنزلية، والعكس. ورغم أن التأثيرات الجينية كانت محدودة، إلا أنهم وجدوا اختلافات في مستويات الإجهاد بين الجنسين. تقول المؤلفة الرئيسة فيكتوريا بلام ـ عالمة النفس في معهد كارولينسكا في ستوكهولم ـ إن النساء في المعتاد تكون لديهم مسؤوليات منزلية أكثر؛ وبالتالي يكون العبء الكلي للعمل أكثر من الرجال. ولتفادي الإرهاق، تقول بلام إنه ينبغي على الباحثين أن يجدوا طرقًا للعمل من المنزل كلما كان ذلك ممكنًا، وأنْ يشاركوا في المسؤوليات المنزلية بشكل متساوٍ.

هجرة
مسار سريع لتأشيرة المملكة المتحدة

تعمل «مجالس الأبحاث بالمملكة المتحدة» على تجربة برنامج لتسهيل دخول الباحثين إلى بريطانيا بإصدار تأشيرة تحت «البند 1»، تخصّ (المهارات الاستثنائية). وقد انضم معها الجمعية الملكية، والأكاديمية البريطانية، والأكاديمية الملكية للهندسة؛ لضمان إقرار الموافقة للباحثين الحاصلين على منح وزمالات معينة من المجالس والمعروفة باسم RCUK، وهي عملية كانت تستغرق في السابق تسعة أسابيع. تقول روزي بيليس ـ مديرة قسم السياسات ـ في الـ RCUK إن الوكالة ستقوم بتقييم مدى نجاح البرنامج التجريبي خلال الأشهر الستة المقبلة. وسبق أن حذر ممثلون لجامعات المملكة المتحدة والمنظمات العلمية من أنّ إجراءات الفيزا المعقدة جعلت من بريطانيا وجهة غير جاذبة للعلماء (انظر: *Nature* **506**, 14–15; 2014).

وسائل التواصل الاجتماعي
العلوم 2.0

أشارت دراسة حديثة إلى أن الإكثار من استخدام وسائل الاتصال الاجتماعي يساعد العلماء على نشر نتائج أبحاثهم، ومناقشتها، وإشراك قطاع أكبر من الجمهور فيها (C. Greenhow and B. Gleason *Br. J. Educ. Technol.* **45**, 392-402; 2014). تقول كريستين جرينهاو ـ المؤلِّفة المشاركة في الدراسة من جامعة ميتشيجن في إيست لانسينج ـ إنه ينبغي على الباحثين أن يتعلموا خلق حضور قوي على الإنترنت. وكجزء من دراسة تالية، قامت باستطلاع رأي 1600 أستاذ أمريكي وكندي من أعضاء هيئات التدريس؛ ووجدت أن 15% منهم يستخدمون تويتر، و28% منهم يستخدمون يوتيوب، و39% منهم يستخدمون فيسبوك لأنشطتهم العلمية. وتدعو جرينهاو إلى إضافة مقاييس وسائل التواصل الاجتماعي إلى عملية التثبيت الوظيفي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كيف نجا كاميرون لياز من الانهيار

السلوك المعيب

راهول كاناكيا

منذ ثلاثين ثانية في عام 2031، كان كاميرون لياز أشهر مهندسٍ متخصصٍ في السلوك المَعيب في العالم.

وتَحقَّق له إنجاز مُبْهِر عندما اشترى مخزون ثلاثين عامًا من أرشيف الفيديو لكاميرات المراقبة الخاصة بواحد من أكبر متاجر السوبر ماركت.

خلاصة ثلاثين عامًا تمتلئ بأمهات أُرهِقن وآباء أصابهم الإعياء وهم يتوسلون إلى أطفالهم شديدي النشاط، الذين لا يتوقفون لحظة عن الثرثرة في آذانهم من أجل قطعة حلوى ملونة، ثمنها سبعة دولارات، طلبًا لدقيقة واحدة، بل ثانية واحدة، من الهدوء؛ حتى يتمكنوا فقط من تذكُّر ما إذا كانوا قد أحضروا بالفعل كل الأشياء التي تكتظ بها قائمة مشترياتهم...، أم لا.

ثلاثون عامًا تُسجِّل ما كان هؤلاء الآباء يفعلونه، عندما كانت قدرتهم على التحمل تصل إلى منتهاها، ولو لمرة واحدة فقط طيلة حياتهم.. وهي اللحظة التي يقررون فيها شراء بعض الهدوء، ولو لثانية، بصفع ذلك الطفل اللحوح على جانب رأسه.

ثم حدث بعد ذلك في صيف عام 2031 أنَّ هؤلاء الآباء، الذين تراكمت تسجيلاتهم على مدار ثلاثين عامًا، والذين وصل أطفالهم إلى سن النضج، وتشكلت لديهم كراهية «أُوديـبِيّة» نحو آبائهم، تَلَقَّوا خطابات تبدو ذات صفة رسميَّة تحتوي على صور لذلك الحادث الذي أنكره الجميع على مدى سنوات، وكان كل خطاب من تلك الخطابات مصحوبًا بغرامة مالية. قام الآباء والأمهات بسداد الغرامة. نعم، صَدِّقْ.. أو لا تصدق.. لقد سددوا بالفعل!

كان ذلك هو الإنجاز الأكبر، ففي غضون ستة أشهر جاء المهندسون المتخصصون في السلوك المعيب من كل حدب وصوب؛ لتوجيه النصح والإرشاد للآباء.

إذا كنتَ قد أطعمتَ ابنك الكثير من التونة التي تحوي الزئبق، أو لم تربطه جيدًا في مقعد الأطفال، أو تركته يقود دراجته بدون خوذة واقية، فإن تلك الكاميرات الصامتة المنتشرة في كل مكان قد سجَّلت كل ذلك، وربما تكون قد تلقيتَ إنذارًا. بالطبع لم يستمر ذلك الموضوع طويلًا، فالتغيير سُنّة من سُنَن الحياة. فبحلول الوقت الذي تصدَّرت فيه صورة كاميرون غلاف مجلة «تايم»، كان قد شارف على الإفلاس، إذ كانت الشركات الكبرى قد بدأت بالفعل تنتقل إلى الاستثمار في الأعمال التجارية ذات الصلة بسلوك الآباء المعيب. وبدأت تلك الشركات تضع شرائح إلكترونية دقيقة في جميع منتجاتها، مثل السيارات، وأجهزة التلفاز، والمسدسات، وأيّ شيء آخر؛ حتى تتمكن من تسجيل ما إذا كان الآباء يُعرِّضون حياة أبنائهم للخطر، أم لا. فأنَّى للاعبين الصغار بخوض تلك المنافسة؟

في ذلك الوقت.. بدأ كاميرون رحلة طويلة وبطيئة من الهبوط والانهيار. وعلى الرغم من ذلك.. رفض أن يخالجه شعور بالخزي والخجل من ذلك التدهور. فقد بدأ يبصق على الرصيف، ويقضي حاجته في الشارع، ويركل السيارات بقدميه، ويستخرج الشرائح الإلكترونية الدقيقة من الأجهزة؛ فأخذت الغرامات تتراكم عليه؛ حتى أصبح مدينًا بمئات الآلاف، بل الملايين، من الدولارات في شكل غرامات لم يكن ليقدر على سدادها، مهما فعل. تعاطَى كاميرون جرعة مُخدِّرات زائدة.

كان الدكتور إكسبوننشيال هو الصديق الأقرب لكاميرون في هذه الدنيا، حيث كانا يعملان معًا في المتنزهات ويجمعان الزجاجات. وفي الليل كانا يُعيدان عربتي التسوق خاصتيهما إلى مكانيهما في الممر العلوي، ويستمعان إلى موسيقى الطرق السريعة. وفي بعض الأحيان كانا يقومان بتجميع ما لديهما من نقود في جيوبهما؛ ليحصلان على شَمَّة هيروين من المُوزِّع القابع على ناصية الشارع.

لم يحدث على مدار صحبتهما معًا أيّ موقف يمكن أن يُبيِّن ما ينبغي على أحدهما فعله إذا تعاطى الآخرُ جرعة مُخدِّرات زائدة.

كان كاميرون ضخم الجثة، ويزيد وزنه عن المائة وثلاثين كيلوجرامًا. أما الدكتور، فكان ضئيل الحجم، ونحيف الجسم. فما السبيل لأنْ يجرّ كاميرون، أو يسحبه إلى المستشفى؟

إضافة إلى ذلك.. كان بمقدور الدكتور أن يرى أن الكاميرات الثلاث تراقبهما، وكان القائمون عليها على علم بأنّ كاميرون يحتضر، فلو أرادوا إنقاذه؛ لكان بإمكانهم ذلك، لكن الدكتور أدرك أن تلك الكاميرات لن تعبأ البتة بشخص عادي من عيِّنة كاميرون.

لقد كان على خطأ في هذه المرة.

بمجرد أن تعرَّفَتْ الكاميرات على شخصية كاميرون لياز؛ قام جهاز كمبيوتر بإخطار مرفق الإسعاف التابع لمدينة أوكلاند. وسرعان ما وصلت سيارة الإنقاذ الصغيرة ذاتية القيادة؛ والتقطت كاميرون، بينما كان الدكتور لا يزال يبحث عن مساعدة. وفي اللحظة التي عاد فيها الدكتور، رأى سيارة الإسعاف وهي تحمل صديقه بعيدًا.

لم يكن الدكتور موجودًا عندما استيقظ كاميرون، فقد كان في المكتبة يُجْري بعض البحث. وتم صرف كاميرون ببطن مملوءة، ولكن بفاتورة قيمتها 24 ألف دولار. واستغرق الأمر منه معظم النهار حتى يجد طريقه عائدًا إلى الممر السفلي.

عندما التقى الرجلان، أمسك كلٌّ منهما بيد الآخر، ثم جلسا واستندا على البوابة، وقام الدكتور بتغطية كاميرون ببطانيَّة، ثم قال له: «ألا تعلم يا رجل أن قيمتك وأنت على قيد الحياة أكبر بكثير مما لو كنت ميّتًا؟»

جلس الرجلان بهذه الوضعية لمدة عشر دقائق، ثم نظر كاميرون بطرف عينه إلى مُوزِّع المخدّرات الواقف على ناصية الشارع، ولاحظ أن الرجل يحمل مسدسًا يُخبئه في طيّات ملابسه.

سأل كاميرون صديقه: «ماذا تقصد بذلك؟»

«إن عليك غرامات إجمالية بما يعادل... عشرة ملايين دولار».

«أَحَقًّا؟»

فيما مضى، كان الدكتور دكتورًا حقيقيًّا في الرياضيات، فقال لكاميرون: «في كل مرة تُفرَض عليك غرامة، هناك جهاز كمبيوتر يسجِّل أنك مدين لشركةٍ ما ببعض النقود».

«وماذا في ذلك؟»

همهم الدكتور في ضجر. كيف تَمَكَّنَ كاميرون من القيام بتلك الأمور؟ إنه في العادة لا يفهم أي شيء مطلقًا.

أوضح لكاميرون: «إذا كان هناك شخصٌ مدين بعشرة ملايين دولار لشركةٍ ما، فحينئذ تُقيِّد تلك الشركة في دفاتر الحسابات الخاصة بها ذلك الدَّيْن بوصفه من ممتلكات الشركة، بل تبدأ الشركة في التصرف كأنها صارت أغنى بتلك القيمة، ثم تأخذ الشركة في تقسيم ذلك الدَّيْن إلى شرائح، وتستخدمه في دعم الأوراق المالية التي تبيعها لأشخاصٍ آخرين. وبمرور الوقت، تتضاعف الأموال جميعها. لذا.. فإنَّك إذا مِتَّ، لصار ما يُعادِل مئة مليون دولار من الأوراق المالية بلا قيمة. ولهذا السبب لا تزال حيًّا».

رد كاميرون: «أحقًّا؟... لا بأس...»

نظر كاميرون إلى أقرب كاميرا له، ثم ابتسم. لقد كانت الكاميرا تشير إليه مباشرة.

نهض كاميرون، وسار حتى وصل إلى المُوزِّع، وقال له: «هيّا، أعطني كل ما لديك من أمبولات».

أجابه التاجر: «ماذا؟ ابتعِدْ عن هنا أيها المدمِن!»

تقدَّم كاميرون بضع خطوات بسرعة، ومَدَّ يديه في جيوب الرجل، وأخرج يديه ممتلئتَين بالأمبولات الزجاجية. صرخ فيه التاجر: «ماذا تفعل بحق...؟» وأخرج مسدسه، ولكنه عندما ضغط على الزناد؛ خرج من المسدس وميض أحمر؛ ولم يحدث أي شيء.

قال له كاميرون: «لا! لن يَدَعَك الكمبيوترُ تعبث معي»

أخذ كاميرون المسدسَ من يد الرجل، وأطلق منه رصاصة واحدة في الهواء؛ فأطلق التاجر ساقيه للريح؛ وفَرَّ هاربًا.

سارَ كاميرون في الطريق، دون النظر يُمنة أو يُسرة، لكن السيارات ذاتية القيادة قامت بالعديد من المناورات السريعة؛ حتى تتفادى الاصطدام به. رجع كاميرون، وألقى بجميع الأمبولات إلى دكتور إكسبوننشيال، وقال له: «خُذها! فأنا لم أعد أحتاج إليها».

جلس بجوار صديقه، ووضع المسدس في «حِجْرِه»، وغطَّاه بطرف البطانية. ■

راهول كاناكيا كاتِب متخصِّص في الخيال العلمي، يقيم في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية